

甘蔗螟虫卵赤眼蜂繁殖利用的研究*

蒲蟄龍 鄧德藹 刘志誠 洪福昌 莫禹詩

(華南農學院)

(華南農業科學研究所)

甘蔗是我國最重要的糖料作物，種植地區主要分佈於廣東、廣西、四川、福建、雲南、台灣各省。甘蔗各種害蟲中以甘蔗螟蟲最為普遍，分佈亦最廣。根據現有資料，甘蔗螟蟲分佈於廣東、廣西、四川、福建、台灣各省，為甘蔗生產上的一個嚴重問題。

廣州珠江三角洲甘蔗螟蟲種類，已發現的有五種：條螟或稱斑點螟 (*Diatraea venosata* Wk.)、二點螟 (*Chilo infuscatellus* Snellen)、黃螟 (*Eucosma schistaceana* Snellen)、大螟或稱紫螟 (*Sesamia inferens* Wk.) 和白螟 (*Scirpophaga nivella* Fab.)，其中以條螟、二點螟、黃螟最為普遍，大螟在春季和夏季為害秋植蔗，冬季和秋季發現較少。

被甘蔗螟蟲侵害的甘蔗，一般表現兩種被害狀：在苗期形成枯心苗，在甘蔗生長的中後期，螟蟲進入莖內蛀莖。

在廣東珠江三角洲甘蔗螟蟲為害程度，我們曾在廣東省農業試驗場岑村場地做過調查，1953年6月份枯心苗率為9%強，7月份枯心苗率為22%強。根據1954年9月我們在廣東省農業試驗場場地調查結果，甘蔗品種台糖134的螟害節百分率是25.55%。

蔗螟為害，造成甘蔗枯心苗，可影響甘蔗生長初期的發育，甚至造成缺株現象。蛀莖之害，能影響甘蔗的生長，並易受風折，減低蔗糖含量和造成甘蔗赤腐病菌入侵的良好條件。

甘蔗螟蟲的防治，目前在我國蔗區所用的方法，主要是割枯心苗以除幼蟲，或者在拔去枯死心葉後，用鉄線刺斃幼蟲，還有局部地區在拔除枯心苗後，用六六六液灌進苗心。這些方法，都能够在蔗苗期治螟發生一定效果，可是對於甘蔗生長中後期的螟害防治，是不能應用的。

從甘蔗生長特性、栽培制度和蔗螟發生規律來看，這一類害蟲的防治，是有一定困難的。為了減低防治措施的成本並希望防治效率提高，世界上不少產蔗區，在本世紀

* 中南農業科學研究所李映萍同志曾於1954年5月至7月參加本工作。

曾先後試用過赤眼蜂來防治甘蔗螟虫。1921 年 Cleare 氏首先在英屬基阿那 (British Guiana) 利用赤眼蜂來防治蔗螟, 開始效果很好, 但後來防治效能不高。1927 年至 1932 年 Hinds 氏、Spencer 氏、Osterberger 氏和 Dugas 氏等在美國南部先後作赤眼蜂田間防治蔗螟的試驗, 收到了一定防治效果。1933 年 Smyth 氏報告秘魯利用赤眼蜂防治蔗螟的結果, 認為赤眼蜂可減低蔗螟的為害, 甘蔗的蔗糖含量和蔗糖純度都有所增加。1941 年 Jaynes 和 Bynum 氏報告美國南部利用赤眼蜂防治甘蔗螟虫試驗結果, 認為這種防治方法, 對甘蔗產量和蔗糖產量的增高都不起什麼作用。自此以後, 就放棄了赤眼蜂的利用。

另一方面, 也有些地方認為赤眼蜂對於蔗螟的防治是有一定效果的。而且還在繼續利用。根據 Issac 氏 1946 年的報告, 1942—44 年在印度培育了一億五千萬赤眼蜂來防治蔗螟, 1944—45 年繁殖赤眼蜂數量超過了三億, 用赤眼蜂來防治蔗螟的結果, 有些蔗區差不多增加了四分之一的產量。根據 Tucker 氏 1950 年的報告, 西印度的巴佩道斯 (Barbados) 二十年來施用赤眼蜂防治条螟有相當顯著的防治效果。

赤眼蜂的利用, 在蘇聯獲得了優越的成就, 赤眼蜂用於冬夜蛾 (*Agrotis segetum* Schiff.)、草地螟 (*Loxostege sticticalis* L.)、玉米螟 (*Pyrausta nubilalis* Hb.) 及其他害虫的防治, 都有顯著效果。蘇聯先進的農業生物學理論和農業技術, 肯定了赤眼蜂在生產實際的效能, 對於赤眼蜂的利用範圍, 年有增加, 如負責繁殖赤眼蜂的集體農莊生物實驗室, 1945 年在烏克蘭地區只有 19 個, 以後逐年增加, 1953 年計劃增到 350 個。該地區利用赤眼蜂來防治農作物害虫的防治面積, 在 1945 年只有一千七百公頃, 以後逐年增大, 1953 年計劃增大到五十萬公頃。這些事例說明了赤眼蜂的利用在社會主義國家的農業生產上佔了一個很重要的位置。

我國研究和利用赤眼蜂, 也有相當歷史。祝汝佐、胡永錫 (1935) 曾作赤眼蜂 (*Trichogramma evanescens*) 生活史, 寄主種類對寄生蜂發育關係和寄生蜂生態學的研究; 黎國燾 (1936) 曾在廣州做了人工繁殖赤眼蜂的試驗, 並且做了小規模的田間釋放試驗; 張若芷 (1947) 曾在四川做了水稻螟虫卵寄生蜂 (包括赤眼蜂 *Trichogramma japonicum*) 的田間保護試驗; 蒲蟄龍、陳守堅、洪福昌 (1952) 在廣州進行甘蔗螟虫卵和水稻三化螟卵赤眼蜂的生活史, 室內大量繁殖和赤眼蜂室內寄主大量繁殖的試驗; 鄭漢業 (1954) 在廣東進行水稻三化螟卵寄生蜂 (包括赤眼蜂) 的田間保護試驗。

本試驗由 1953 年春間開始, 試驗範圍包括四部分: (一) 赤眼蜂寄主繁殖試驗, (二) 赤眼蜂繁殖試驗, (三) 赤眼蜂田間放播試驗, (四) 甘蔗螟虫田間動態調查。在第四部分的調查過程中, 曾就蔗螟的生活習性, 另行做了一些試驗, 並結合廣東農民防治甘蔗螟

虫總結，提供了一些農業防治和化學防治方法，這些材料刊於 1955 年廣東農業通訊第十六期，作為目前蔗螟防治的技術指導。

赤眼蜂寄主的繁殖

赤眼蜂在田間寄生在各種甘蔗螟虫卵內，因為赤眼蜂的寄主很多，也可能寄生於田間其他的昆虫卵內，要利用這種寄生蜂，必須設法使蔗田裏的寄生蜂數目，在適當的時候增加起來，使蔗螟卵的寄生率增高，而達到防治目的，如果能夠把赤眼蜂用人工繁殖方法大量繁殖起來，在適當時候放到蔗田裏去，自然是增加田間寄生蜂數量的有效辦法。為了要大量繁殖赤眼蜂，一定要找到一些適當的寄主，如果用蔗螟卵作為寄主去繁殖，那就太不經濟了。而且在繁殖技術上，也是非常麻煩的。所以，決定用那些寄主，倒是赤眼蜂繁殖試驗中一個先決問題。

赤眼蜂的寄主是很多的。根據 Martin 氏 1928 年的報告，赤眼蜂 (*Trichogramma evanescens* Westw.) 的寄主達 150 種。祝汝佐、胡永錫 (1935) 曾經試用多種鱗翅目昆虫的卵給赤眼蜂 (*Trichogramma evanescens*) 寄生，結果有 14 種昆虫卵可供寄生。廣州甘蔗螟卵的赤眼蜂（經祝汝佐教授鑑定為 *Trichogramma evanescens*），經初步試驗，也有 17 種鱗翅目昆虫的卵，可供寄生。

根據我們兩年來的試驗結果，認為能夠選為繁殖赤眼蜂寄主的昆虫，應該具有下列條件：(1) 這種昆虫的卵能夠為赤眼蜂所寄生，而且是喜歡寄生的；(2) 赤眼蜂在卵內能夠順利地發育；(3) 卵的內含物對於寄生蜂發育時期的營養質好而量足；(4) 卵體積較大；(5) 卵殼較堅韌，不易扁縮；(6) 寄主產卵量多；(7) 寄主食料可整年供應，而且價廉；(8) 寄主每年世代數多；(9) 易於飼養管理。

關於赤眼蜂寄主的飼養試驗，我們曾用過麥蛾 (*Sitotroga cerealella* Oliv.)、蓖麻蚕 (*Attacus cynthia ricini* Boisd.) 和松毛虫 (*Dendrolimus* sp.) 為試驗對象。灰帶毒蛾 (*Orgyia postica* Wk.) 和小地老虎 (*Agrotis ypsilon* Rott.) 也試育過。現將各種寄主飼育結果如下：

(一) 麥蛾繁殖試驗

用麥蛾卵來繁殖赤眼蜂，赤眼蜂的子代小而弱，雄性比率逐漸增高，而且一卵只能繁殖一蜂，卵殼薄易於扁縮，所以麥蛾卵不是繁殖赤眼蜂的優良寄主。但麥蛾每年世代數多，飼料隨時隨地都能供應，在管理上有一定優點。根據寄生蜂繁殖試驗結果，我們不主張用麥蛾卵作為赤眼蜂繁殖寄主，如果某些地區必需應用的話，一定要設法提高麥蛾的營養，提高麥蛾的生活力，才能用來繁殖赤眼蜂。

我們曾進行过麥蛾大室繁殖和一些繁殖試驗,現將繁殖結果總結地分列如下:

我們曾用由貯藏室改裝的繁殖室兩間,一間容積是 $12.57 \times 5.7 \times 8.61$ 市尺,另一間是 $12.6 \times 8.91 \times 8.61$ 市尺。繁殖室設雙層窗門,內層為 20 眼鉄紗窗,外層為玻璃窗,室外四周有防蟻水渠,氣溫降低時,用電熱加溫,室內裝置膨脹餅式的自動調溫器,以調節室溫。濕度低的時候,用麻袋鋪地洒水其上,使蒸發以增加濕度。繁殖室內放置繁殖木架,每木架高 6.54 市尺,長 3.37 市尺,闊 1.38 市尺,分成五層,每層斜置無蓋淺木箱一個,淺木箱較木架略短窄,高 3.5 市寸(圖 1)。

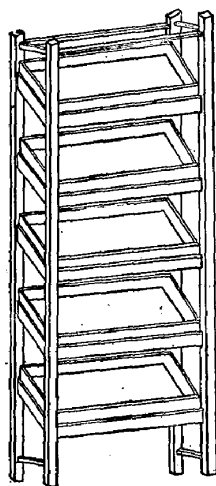


圖 1 麥蛾繁殖架

麥蛾的天敵,是麥蛾繁殖的最大障礙,麥蛾在廣州有兩種主要的天敵,一種是寄生蜂(學名待定),一種是蠅(學名待定)。其他倉庫害虫,對於麥蛾繁殖也有妨礙,在繁殖麥蛾前,必需先將全室及所用稻穀加以消毒,我們曾用氰酸氣消毒 48 小時,將麥蛾天敵和其他倉庫害虫消滅,然後將麥蛾卵二萬五千餘顆陸續移到一個繁殖室的稻穀上,將室溫調節到 30°C 左右,相對濕度 80% 左右,一個月後,麥蛾陸續羽化。麥蛾羣落大的時候,許多個體停在繁殖室的牆壁上,每平方市尺可多至 103 頭。在繁殖過程中,常洒一些水在稻穀上,使略濕潤,初孵化的麥蛾幼虫容易咬進穀粒去。麥蛾多的時候,就可以大量地採集,放進產卵器內產卵。我們用的麥蛾

產卵器,是木或鋅鉄片做成的方形或長筒形的小匣子,容積約 27 立方市寸。匣子的每一端是一片 40 眼的銅紗(圖 2、3)。每個產卵器可容納麥蛾六、七百頭。同時放進一些摺綹的蠟光紙,以增加麥蛾的產卵量。根據我們試驗結果,麥蛾在光滑的接觸面上產卵最多,每雌平均產卵可達 141 枚。每天收集麥蛾卵,供繁殖赤眼蜂用。繁殖所用的卵,以產出後 24 小時以內的最好。在繁殖室內採集麥蛾,我們應用一般採集昆蟲標本的吸虫管,將吸虫管連到真空抽氣機去,工作效率很高,用人工吸蛾也可,但效率較低。

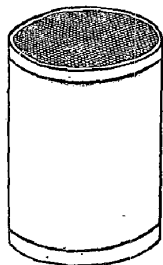


圖 2 長筒形麥蛾產卵器

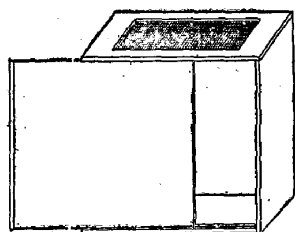


圖 3 方形麥蛾產卵器

在麥蛾繁殖過程中,最麻煩的問題,是怎樣防止蠅類的大發生。蠅類捕食麥蛾的卵和幼虫,繁殖很快,多的時候,把麥蛾的羣落壓到很低。用氰酸氣消毒過的繁殖室和稻穀,可殺滅蠅類,可是蠅類體小,可從門窗爬入,也可以附在工作人員衣服上帶進室內,

如果環境適宜，很快就繁殖起來。所以麥蛾室雖然經過消毒，仍然要防止蟎類的發生。根據我們大室試驗的結果，防止蟎類發生最好的辦法是降低繁殖室的濕度，在相對濕度 90% 以上的時候，蟎類發生很快，如果把濕度降到 80%，蟎類羣落就很快降低。

麥蛾發育速度和溫濕度有很大關係，根據我們的試驗結果，在平均溫度 27°C ，相對濕度 80% 的時候，一世代需時約 30 天；平均溫度 30°C ，相對濕度 79% 時，一世代需時約 23—26 天。在大室繁殖過程中，如果能夠將室溫固定到 30°C ，相對濕度 80%，麥蛾在一個月以內就能完成一個世代。

作為飼料的穀物種類和麥蛾的發育有很大關係。根據我們試驗的結果，用稻穀或麥子來繁殖麥蛾，羽化率高（50% 以上），每世代需時約 30 天（平均溫度 26°C ，相對濕度 80%）。用玉米繁殖出來的麥蛾個體較大，產卵量較多，發育時間也相差不遠，可是羽化率較低，僅 8% 左右，羽化率低的緣故，和所用的玉米含水量低有很大關係。這三種穀物都能夠作為繁殖麥蛾的飼料。

（二）蓖麻蚕繁殖試驗

蓖麻蚕是一種益虫，有很大的經濟價值。蓖麻蚕的卵也是繁殖赤眼蜂的優良寄主。蓖麻蚕的飼料主要是蓖麻葉，蓖麻樹在廣州的冬季裏也不落葉，所以，在廣州整年飼育蓖麻蚕，是沒有困難的。蓖麻蚕的飼育，近來經過中國科學院實驗生物研究所的同志們一系列的研究，飼育上所遇到的問題，都基本上得到了解決。

作為赤眼蜂寄主的蓖麻蚕的繁殖有兩個方向：（一）飼育出生活力強的個體，因為生活力強，一般產卵量較多，而且卵的質也好，用來繁殖赤眼蜂，質量都可提高。（二）培養寄主要節省勞力，因為培養寄生蜂工作，要兼顧兩種昆蟲的繁殖，自然以節省勞力為宜。但在節省勞力條件下，必須照顧到生活力問題。跟着這兩個方向，我們曾根據中國科學院實驗生物研究所的蓖麻蚕飼育要點，做了一些飼養試驗，結果，以全葉插水飼育法，能夠達到上項目的。我們用的蚕座，是長方形木箱（圖 4），該箱長 55 厘米，高 16 厘米，闊 40 厘米，上有鉄紗網蓋，箱的一端底部有一小縫，並有可開閉的小蓋，木箱底有六片可轉動的圓形鉄片，每片有大小不同小孔 4 個，木箱下有六個小架，每架放置竹筒一個。在養蚕室內有特製的木架，可容木箱 16 個，箱放在架上，稍傾斜，養蚕時，竹筒盛水，蓖麻葉柄由箱內轉動鉄片的孔插到竹筒裏去，鉄片上各種大小不同的孔，是適合於調節插葉數量的多少。從蓖麻蚕第一齡起就用全葉插水飼育，第一齡蚕用嫩一些的葉子。由一齡至五齡，每天只換葉一次。蚕沙因飼育箱有一定斜度，有一部分能自動落到箱的小縫，如不能自動落下的，

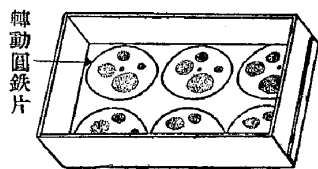


圖 4 飼育蓖麻蚕的蚕座

可用手輕拍箱底,即可落下。在除沙方面是很方便的,在一切管理方面都節省人力。我們做了一次全葉插水飼育及每天給葉四次的飼育比較試驗,現將兩種飼育方法,試驗結果列於表 1。

表 1 蓖麻蚕全葉育和換葉育的比較

飼 育 方 法	飼 育 蚕 數	上簇百分率	羽化百分率	平 均 每 雌 產 卵 數	平均每繭重 (克)	平均每空繭重量 (克)
全 葉 育 (每天換葉 1 次)	460	98.9	99.1	395.1	2.48	0.344
每天換葉 4 次	90	87.7	97.4	289.6	2.46	0.340

由上述試驗結果,用全葉插水飼育法,養出來的蚕生活力強,人力也大大地節省。這種方法,我們正在試驗應用,還希望能夠不斷改進提高。

用蓖麻蚕卵來繁殖赤眼蜂,經過了多次試驗,效果很好。蓖麻蚕是為人類所利用的一種益虫,利用它的卵來繁殖赤眼蜂是否影響其繁殖飼育,這倒是要解決的一個問題。根據我們一年來的觀察,在一個室的外面去釋放赤眼蜂,它們不會飛進室內來的。因為赤眼蜂有趨光性,不會飛向黑暗的地方,蓖麻蚕的製種是在室內進行,如果室內光線不特別強,赤眼蜂不會跑到室內去寄生它們的卵,而且蓖麻蚕卵小,很容易保護,放在較密閉的小皿中,赤眼蜂便找不到卵而無法寄生。蓖麻蚕製種的時候,一般只要頭兩天所產的卵,實在可用以繁殖赤眼蜂以後數天的卵就等於廢料。所以,飼養蓖麻蚕和繁殖赤眼蜂可以結合進行,對於這兩種有益昆虫的利用價值,都能夠提高。

(三)松毛虫繁殖試驗

松毛虫在廣州,每年發生四代至五代。因為在自然界代數相當多,而且世代疊置,如果在自然界經常發生到一定數量,可以由野外採卵回來作赤眼蜂繁殖之用。採蛾回來產卵,採蛹回來化蛾產卵,甚至採老熟幼虫經短時間飼育,也很方便。在廣州,松毛虫可算是繁殖赤眼蜂的一個很好寄主。但松毛虫天敵很多,1954 年第四代松毛虫羣落大減,絕大多數受寄生蠅寄生,如果遇到這種情況,在野外採集松毛虫來繁殖赤眼蜂,就要受到一定限制。

用松毛虫卵作為赤眼蜂寄主,需具有前述八項條件,為了進一步測定是否容易在養虫籠內大量繁殖,我們曾進行過一些試驗。養松毛虫的籠子高 2 市尺,長闊各 1.4 市尺,籠底裝置一塊鐵紗網,其下有一抽屜,使虫糞經鐵網落於抽屜內,以便清除。飼養松毛虫的松枝,插在濕潤的泥土能保持青綠達四、五天(平均溫度 26°C ,濕度 86% 左右)。插在水中能保持青綠 2—3 天,不插在水中的,兩天就會枯黃。換松葉時,將鮮葉放進育虫

籠內，松毛虫就会由舊葉爬到鮮葉去。幼虫化蛹後，將蛹收集放入羽化產卵箱內（圖5）。箱長44厘米，闊30厘米，高20厘米。上面是一層鐵紗，下面有一个小抽屜，箱內有一隔板，露出一條2—3厘米闊的小縫。抽屜內放虫蛹，蛾羽化後，由小縫爬到箱的上層，交尾產卵。為易於收集蛾卵，可在上層鐵紗孔內插上松針，雌蛾即在松針上產卵成串。

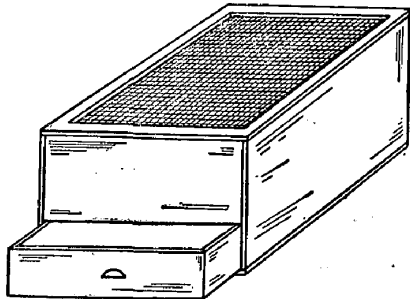


圖5 松毛虫羽化產卵箱

在养虫室裏飼养的松毛虫，我們曾觀察1954年4月至6月的一個世代的經過。這個世代內的平均溫度是 25.5°C ，平均濕度是88%。卵期5—7天，幼虫期41天，蛹期14天，一世代經過共62天。6月以後，氣溫逐漸升高，每世代新經的日數也少了些。松毛虫的飼养工作，由1954年起繼續進至1955年。

在一年來松毛虫大量飼育過程中，曾遭遇到下列的困難：

1. 养虫室內用养虫籠來飼育松毛虫，很容易發生一種病毒病，因病致死的曾達90%以上。如果一個养虫籠內的虫數過多，尤易發病。
2. 在养虫籠內飼育，松毛虫幼虫很容易逃逸，如果养虫籠不夠緊密，就会越縫而出。
3. 松毛虫蛾子的鱗毛，對人的眼睛、鼻膜和喉頭都有刺激作用，對於收集蛾子的工作頗有妨礙。松毛虫幼虫和附在蛹上的剛毛，對於皮膚也有刺激，不能時常用手去捕捉。
4. 松毛虫最後一代的幼虫，由9、10月直到第二年3、4月才化蛹變蛾。把冬日的幼虫在調溫室內加溫繁殖（加到 22°C 左右），也能够取食和發育，可是發育得很慢，飼养了60多天，絕大多數幼虫，還是和原來大小差不了許多，而且，病毒病仍陸續發生。

由上列情況看來，松毛虫還要經過一番的人工飼育馴化，才能够在室內穩定地建立大量羣落。

（四）灰帶毒蛾的飼育

灰帶毒蛾的食性很複雜，蓖麻（*Ricinus communis* L.）、鳳凰木（*Delonix regia* Raf.）、洋紫荊（*Bauhinia variegata* L.）、梅樹（*Prunus mume* Sieb. et Zucc.）、美人蕉（*Canna indica* L.）都是被害對象。灰帶毒蛾每雌蛾產卵約400枚，雌虫無翅，處理容易，所產的卵也容易收集，赤眼蜂也很願意寄生。羽化出來的蜂，生活力還高。灰帶毒蛾卵較小，每卵平均只能羽化赤眼蜂4個，且卵殼較薄，容易繃縮。在室內飼育灰帶毒蛾，幼虫罹病很多（病原未明）。因疾病關係，不能完成一個世代的飼育，要建立灰帶毒

蛾大量羣落以作赤眼蜂寄主,还要作進一步的研究。灰帶毒蛾在自然發生多的時候,可採集供赤眼蜂繁殖之用。

(五)小地老虎的飼育

小地老虎在深秋和初冬的時候,很容易在綠肥田裏找到幼虫。幼虫居土內,並在土內化蛹。每雌蛾產卵 600—700 枚,在平均溫度 20—25°C,和濕度 60—90% 下,每世代經過日數為 35—40 天。在實驗室情況下,夜蛾卵容易為赤眼蜂所寄生,羽化出來的赤眼蜂生活力頗強,但以虫卵較小,每卵平均只能寄生 2 個赤眼蜂,且卵壳較薄而較易綳縮。在飼育過程中,幼虫罹病毒病,死亡率高。在小地老虎盛發的時候,可掘取老熟幼虫或虫蛹,化蛾後產卵以供赤眼蜂寄生。

上述五種繁殖赤眼蜂的寄主,以蓖麻蚕的優點最多,飼養容易,飼料終年不缺,每卵能繁殖許多赤眼蜂,而且能保持一定的生活力,卵耐冷藏。松毛虫作為赤眼蜂繁殖寄主,也有和蓖麻蚕一樣優點,只是松毛虫較難飼育。麥蛾的繁殖飼育,是這五種寄主中最簡單的一種,但麥蛾卵小,一卵只能繁殖一蜂,而且使赤眼蜂的生活力容易減低,卵也不耐冷藏。灰帶毒蛾和小地老虎在飼育過程中,容易得病,死亡率高,利用困難。

在我們試驗過程中,曾發現一種現象,就是用蓖麻蚕繁殖了四代的赤眼蜂,不大喜歡寄生蔗螟卵,但喜歡寄生松毛虫卵。這個現象,只是初步觀察出來,要作進一步的試驗才能夠確定,如果肯定有這個現象,則繁殖赤眼蜂寄主選擇問題更要複雜了。

赤眼蜂繁殖試驗

如欲成功地利用赤眼蜂來消滅害虫,在人工繁殖的技術方面,應該掌握三個基本條件:

(一)能夠在短期內繁殖和積累大量的寄生蜂

作物害虫開始在產卵的時候,就要在田間有計劃地施放赤眼蜂,給予害虫卵致命的打擊。根據我們調查甘蔗螟虫田間動態的結果,在廣州 4 月間蔗螟開始產卵,這個時期的蔗螟卵自然寄生率,一般都比較低,所以在 4 月裏就應該開始有計劃地在蔗田裏施放寄生蜂來防治蔗螟,在 4 月以前應該貯備足夠的赤眼蜂,以備有計劃地在田間施放。積累寄生蜂數量的辦法,不能依靠無限制地用人工作多代的長期繁殖,尤其是不應該在室內定溫定濕條件下去繁殖,所以,在短期內積累足量的赤眼蜂是必要的。

(二)人工繁殖的赤眼蜂,要保證具有高度的生活力

寄生蜂的生活力,是利用赤眼蜂成功與否的一個決定因素,在人工繁殖的過程中,應該掌握提高赤眼蜂生活力的方法,人工繁殖赤眼蜂的生活力,可用四種標準去衡量:

(1)繁殖能力, (2)蜂體大小, (3)成蟲壽命, (4)能適應田間環境。只有繁殖出高度生活力的赤眼蜂, 在害虫防治的實施, 才有把握。

(三)人工繁殖的赤眼蜂, 要保證雌蜂的性比率不降低

田間害虫的卵, 受赤眼蜂雌蜂產卵寄生而死。在自然界, 由黃螟卵羽化出來的赤眼蜂雌雄比是 2.5:1, 由條螟卵羽化出來的是 3.5:1。雄蜂的數量在自然界原比雌蜂少, 理論上, 如果我們想赤眼蜂在田間能够歼滅更多害虫, 在施放寄生蜂的時候, 人工繁殖寄生蜂的雌蜂性比率不應比自然界的低, 所以, 在人工繁殖過程中, 應該設法控制赤眼蜂出現我們所要求的雌雄比率, 才能够發揮其田間寄生效能。

關於赤眼蜂人工繁殖的試驗, 我們以提高其生活力和保持自然界雌性比率為中心。現將各試驗進行情況及結果, 分述如下:

1. 甘蔗螟卵赤眼蜂的一般生活史觀察

在蔗田裏, 終年都可以找到寄生在蔗螟卵內的赤眼蜂, 這種赤眼蜂, 除蔗螟卵外, 在實驗室裏, 還可以寄生多種鱗翅目昆虫的卵。

赤眼蜂的卵期、幼蟲期和蛹期都是在寄主卵內度過的, 根據我們的觀察, 在平均溫度 27.6°C 及相對濕度 85% 的條件下, 以松毛蟲卵為寄主的赤眼蜂, 卵期 1 天, 幼蟲期 3 天, 蛹期 4 天, 發育週期共 8 天。發育到第五天, 開始進入蛹期, 此時寄主卵殼顏色變深, 並有黑褐色斑點, 寄主卵殼變色的程度, 因寄主種類不同而有所差異。寄主卵的變色, 是赤眼蜂幼蟲進入蛹期的一个標誌。雌雄蜂羽化後, 即行交尾, 交尾時間由數秒鐘至十餘秒鐘, 交尾後, 遇寄主卵即行產卵。每雌繁殖能力, 在室內飼養情況下, 因營養及寄主卵之不同而異, 子代蜂數, 可由 1—112, 一般為 48 個。成蟲壽命, 如果沒有供給飼料, 在室內約為兩天。

赤眼蜂發育週期的長短, 和溫濕度有很大關係, 在平均溫度 $22-25^{\circ}\text{C}$, 相對濕度 70—90% 時, 發育週期是 10—12 天。平均溫度 $25-28^{\circ}\text{C}$, 相對濕度 70—90% 時, 發育週期為 8—10 天。平均溫度 $28-31^{\circ}\text{C}$, 相對濕度 70—90% 時, 發育週期只需 6—8 天。

寄主卵發育到一定程度, 往往不能為赤眼蜂所寄生, 如松毛蟲卵在 $28-30^{\circ}\text{C}$ 高溫情況下, 120 小時完成卵期, 以產後 14—69 小時的卵供赤眼蜂寄生最好, 超過 93 小時, 赤眼蜂雖能產卵, 但羽化極少或不羽化。麥蛾卵作為赤眼蜂寄主卵, 在孵化前一天, 也能够寄生。

赤眼蜂在廣州的冬季, 可在甘蔗黃螟卵內找到(冬季的黃螟卵一般在近地面的甘蔗葉鞘)。在卵內的赤眼蜂一般是蛹期。把被寄生的黃螟卵帶回實驗室加溫, 赤眼蜂能够羽化為成蟲。在 1955 年 1 月 3 日, 曾在蔗田間找到少量赤眼蜂成蟲, 這個事實, 可以說

明赤眼蜂的蛹在冬期遇到高温的日子,在自然界也能羽化。

2. 繁殖赤眼蜂寄主的选择

在室内繁殖相当大量的赤眼蜂,至少要有一种适宜的寄主,才能够保证在相当短期内能够培养出大量的赤眼蜂。为了选择对寄生蜂更适宜的寄主,我們曾試用过在廣州附近容易找到的鳞翅目昆虫的卵來繁殖赤眼蜂,这些昆虫有麥蛾、粉斑螟蛾 (*Ephestia* sp.)、米蛾(学名未定)、松毛虫、蓖麻蚕、甘蔗条螟、甘蔗黃螟、甘蔗二點螟、水稻大螟、水稻二化螟(*Chilo simplex* Butler)、水稻三化螟(*Schoenobius incertellus* Wk.)、灯蛾(学名未定)、小地老虎、番薯蠹蛾(*Omphisa illisalis* Wk.)、灰帶毒蛾、桑毛虫(*Arctornis chrysorrhoea* L.)、家蚕等。其中只三化螟卵不能寄生,家蚕卵可以寄生,但赤眼蜂幼虫只能發育到蛹期,不能羽化为成虫。

由於甘蔗螟虫卵赤眼蜂的寄主很多,我們选择了一些比較容易繁殖,而且容易为赤眼蜂所寄生的寄主;比較深入地观察繁殖出來赤眼蜂的特性。試驗方法是將新鮮的松毛虫卵、蓖麻蚕卵、麥蛾卵和灰帶毒蛾卵分別放進指形管内,接种赤眼蜂。子代蜂羽化後,檢查羽化蜂數、子代蜂性比率和体長。現將結果列表如下:

表2 用不同寄主卵繁殖出來的赤眼蜂

寄 主 种 類	檢查卵數	每寄生卵羽化蜂數			性 比 率 (♀:♂)	蜂体長(毫米)	
		最 高	最 低	平 均		♀	♂
松毛虫卵	56	52	7	23.7	3.8 : 1	0.51	0.44
蓖麻蚕卵	15	59	19	28.0	4.9 : 1	0.46	0.45
麥 蛾 卵	210	1	1	1	0.85:1	0.36	0.35
灰帶毒蛾卵	130	7	3	4.1	4:1	0.37	—

由表2的記錄看來,一个松毛虫卵或者一个蓖麻蚕卵能够繁殖蜂數远較灰帶毒蛾卵或麥蛾卵繁殖出來的多,而且赤眼蜂雌性比率高,蜂体大,体色有光澤而行動活躍,这些特徵可以說明这两种寄主卵內含物對於赤眼蜂幼虫营养的質和量都是好的。用灰帶毒蛾卵繁殖出來的赤眼蜂,雌性比率虽然沒有減低,但每个卵能够繁殖的蜂數不多,蜂体也較小。用麥蛾卵繁殖出來的赤眼蜂,不特雌性比率低,蜂体小,而且体色暗淡,行動也不大活躍,这些特徵可以說明麥蛾卵內含物對於赤眼蜂幼虫营养的質和量都是不好的。这个試驗指出了作为蔗螟卵赤眼蜂的人工繁殖寄主,松毛虫卵或蓖麻蚕卵比过去普遍应用的麥蛾卵好得多了。

3. 赤眼蜂和寄主的關係

(1) 赤眼蜂在同一种寄主內連續繁殖的試驗: 为了保持赤眼蜂的田間適應性,在

室內繁殖不應該無限制地繼續進行。可是室內寄主也必須能够給赤眼蜂繼續繁殖下去, 才能够保證寄生蜂數量的積累。我們曾用麥蛾卵、松毛虫卵、蓖麻蚕卵作为固定寄主的繁殖, 以確定每种寄主卵应用於連續繁殖數代赤眼蜂的实用價值。試驗方法是由田間採回蔗螟卵的赤眼蜂作为親本蜂, 分別接種足量的麥蛾卵、松毛虫卵和蓖麻蚕卵, 供其寄生, 連續繁殖 4 至 5 代, 每代保留適當數量的雌雄蜂作为親本蜂, 並重新供給足量的新鮮寄主卵。每代檢查項目为被寄生卵數和羽化子蜂數, 从而算出平均每寄主卵羽化蜂數及平均每雌蜂產生子代數。本試驗在 24—29°C 下進行, 現將結果分列於表 3、表 4 和表 5。

表 3 用麥蛾卵連續繁殖四代的赤眼蜂

繁殖代次	親 本 蜂 數		被 寄 生 卵 數	羽 化 子 蜂 數	平 均 每 寄 主 卵 羽 化 蜂 數	平 均 每 雌 蜂 產 生 子 代 數	備 註
	♀	♂					
1	20	20	221	221	1	11	
2	20	20	42	33	0.8	1.6	本代羽化子蜂中雌蜂不足 20 头
3	7	23	6	6	1	0.8	
4	1	5	0	0	0	0	

表 4 用松毛虫卵連續繁殖五代的赤眼蜂

繁殖代次	親 本 蜂 數		被寄生卵數	羽化子蜂數	平均每寄主 卵羽化蜂數	平均每雌蜂 產生子代數
	♀	♂				
1	10	10	19	364	19.2	36.4
2	10	10	16	198	12.3	19.8
3	10	10	26	425	16.3	42.5
4	10	10	24	352	14.6	35.2
5	10	10	32	520	16.2	52.0

表 5 用蓖麻蚕卵連續繁殖五代的赤眼蜂

繁殖代次	親 本 蜂 數		被寄生卵數	羽化子蜂數	平均每寄主 卵羽化蜂數	平均每雌蜂 產生子代數
	♀	♂				
1	共 20 餘头		1	38	38.0	—
2	34	4	26	551	21.2	16.2
3	97	9	60	1830	30.5	18.8
4	152	40	102	3436	33.6	22.6
5	185	25	67	2397	34.2	13.0

根据上列試驗結果,用松毛虫卵作为固定寄主,繁殖到第五代,雌蜂繁殖能力並沒有減低,羽化出來的赤眼蜂仍保持像第一代的活躍力。用蓖麻蚕卵作为固定寄主,第四代雌蜂的產子數最高,繁殖到第五代,雌蜂的產子數略少,可是繁殖出來的赤眼蜂,仍保持像第一代的活躍力。这些結果,說明这两种寄主,可能連續繁殖赤眼蜂至若干世代,其子代仍保持一定繁殖力和活躍力。用麥蛾卵作为固定寄主,第二代以後,雌蜂的產子數遞減,雌蜂的數目也遞減,到了第三代已經不能維持親本蜂的數量,到了第四代,雌蜂已經失去產卵能力了,寄生蜂的羣落因而中斷。繁殖出來的蜂逐代衰弱,这些結果都說明了麥蛾卵不宜於作赤眼蜂的繁殖寄主。根据蒲墊龍、陈守堅、洪福昌 1952 年的報告,在廣州用稻穀飼养出來的麥蛾卵來繁殖蔗螟卵赤眼蜂,能够連續繁殖十多代,而每代的蜂數都不斷地增加。在我們这个試驗,赤眼蜂不能够在麥蛾卵連續繁殖四代,其原因虽然未經詳細分析,相信是麥蛾生活力減低而影响了所產的卵的营养價值,因而影响了赤眼蜂的生活力。这个試驗所用的麥蛾,是由大室繁殖出來的,在繁殖过程中,經過了高濕的春季,用來繁殖麥蛾的稻穀,容易發霉,虽然經常更換,但未够徹底,因而麥蛾的营养也就減低了。一个麥蛾卵只能繁殖一个赤眼蜂,营养的量表示剛足够一蜂發育之需,如果麥蛾营养減低,而影响其所產的卵的內容物,一个卵就很可能不够一个赤眼蜂發育之需了。所以,用麥蛾卵來繁殖赤眼蜂是不適宜的。

(2) 用兩種寄主來更換繁殖赤眼蜂的試驗: 一种有机体营养的改变,往往影响其子代的生活力,在赤眼蜂繁殖过程中,如果用更換寄主方法來繁殖,理論上能够提高寄生蜂的繁殖能力,在实用上將會有一定價值。为了解决这个問題,我們曾做了下列試驗。

由田間採回蔗螟卵的赤眼蜂,取雌雄蜂各 10 头,在指形管中,用松毛虫卵 50 个進行繁殖,經三代後,取雌雄蜂各 10 头,用足量灰帶毒蛾卵繁殖,观察每代被寄生卵數、羽化蜂數、一世代所經日數等項,現將結果列如表 6。

表 6. 用松毛虫卵及灰帶毒蛾卵作轉換寄主繁殖出來的赤眼蜂

繁殖代数	寄 主	被 寄 生 卵 数	平均每雌寄生卵数	羽化蜂数	平均每雌產子数	一 世 代 經 过 日 数	生活週期內 温度 (°C)	备 註
	松毛虫卵	8	0.8	173	17.3	8	27.6	
1	毒 蛾 卵	56	5.6	263	26.3	9	28.3	
2	同 上	55	5.5	237	23.7	7	29.1	
3	同 上	4	0.4	8	0.8	7	28.6	羽化蜂 7♂ 1♀

由表 6 結果可以看出赤眼蜂由松毛虫卵移到灰帶毒蛾卵的第一代,以雌蜂繁殖力

來說,比寄生在松毛虫卵最後的一代的高,在灰帶毒蛾卵繁殖的第二代,也還保持和第一代相差不遠的繁殖力,到了第三代,變化頗劇,繁殖力顯著地減低了,羽化出來的蜂,雌少雄多,而且有少數寄生蜂在羽化當時死在羽化孔,有些被寄生的卵,發生了乾縮現象。由表 4 結果看來,赤眼蜂在松毛虫卵繁殖五代,雌蜂繁殖力沒有一些退化現象發生,而轉換到灰帶毒蛾卵上,繁殖到第三代,就發生退化現象。這個問題說明利用更換寄主的方法來繁殖赤眼蜂,如果更換寄主的營養質量,不及原來的寄主的好,為避免赤眼蜂繁殖力的減低,不能夠作多代的繁殖。

根據表 6 的結果,由松毛虫卵羽化出來的寄生蜂接到毒蛾卵內的第一代,繁殖力有顯著的提高,這不能夠作為更換寄主的一般通則,而且往往發現相反的情形,這種事實,可由表 5 的材料來說明,我們曾用由蔗田裏採回的黃螟卵赤眼蜂二十多個接到蓖麻蚕卵上,結果,第一代只有一個蓖麻蚕卵被寄生而能夠羽化出蜂,第二代,寄生率才顯著提高。

上述現象,說明了赤眼蜂長期適應於一種寄主卵,一旦轉換寄主,頭一、二代的繁殖力總比原來的有所差異,要經過一定時間才能適應。由於這種現象的出現,如果用一種固定寄主作赤眼蜂的長期繁殖,縱然子代繁殖力沒有減低,雌蜂性比率也高,但對於寄生的適應性,是可能削減的。

(3) 複寄生數目與性比率、繁殖能力及蜂體大小的關係：本試驗目的,是測定一個寄主卵內赤眼蜂數目多少,對於羽化出來的蜂繁殖力和雌雄比率的關係,以供大量繁殖的參考。

1) 松毛虫卵複寄生數與性比率及繁殖能力的關係——以松毛虫卵為寄主繁殖赤眼蜂的過程中,隨意取出被寄生卵 5 個,分別置指形管中,寄生蜂羽化後,即分別接入足量松毛虫卵,供其寄生,蜂死後,即檢查其體長及雌雄蜂數,以確定其複寄生數目。被寄生的松毛虫卵內寄生蜂羽化後,接進新鮮的松毛虫卵,供其寄生,以測定其繁殖能力。本試驗在 26—32°C 下進行,現將結果表列如下:

表 7 松毛虫卵複寄生數和赤眼蜂關係

每寄主卵羽化出蜂數	性比率 (♀:♂)	全部蜂寄生之松毛虫卵數	平均每雌蜂寄生卵數	備註
34	1:1	14	0.8	有 4 ♂ 蜂發育不良
29	1.6:1	17	0.9	有 2 ♀ 2 ♂ 發育不良
24	2:1	26	1.6	其中 1 蜂發育不良
21	2:1	29	2	
20	4:1	37	2.3	

2) 蓖麻蚕卵複寄生數与性比率、蜂体大小、寿命及繁殖能力的關係——本試驗方法和上一个試驗一样, 寄主用蓖麻蚕卵, 檢查項目增加了蜂的寿命和雌蜂產子數, 本試驗在 24—28°C 下進行, 現將結果列如表 8。

表 8 蓖麻蚕卵複寄生和赤眼蜂關係

每寄主卵羽 化出蜂數	性比率 (♀:♂)	平均体長(毫米)		平均寿命(天)		繁殖能力		
		♀	♂	♀	♂	寄生卵數	羽化出 子蜂數	平均每雌 產子數
29	13:1	0.46	0.40	5.6	4.5	28	974	36.1
32	7:1	0.42	0.40	4.5	2.7	21	730	26.07
38	3:1	0.42	0.37	5.8	4.3	15	470	16.2
44	10:1	0.38	0.37	3.3	3.5	14	368	9.2
49	1:1	0.35	0.31	5.1	3.0	10	319	11.4

由上列二个試驗結果看來, 一个卵內複寄生數多, 蜂体短小, 雌蜂的繁殖能力減低。从第一个試驗結果看來, 雄蜂數量比率, 也有因複寄生多而增高的趨勢, 成虫寿命和複寄生沒有顯著關係, 但在另一些試驗裏, 如果蓖麻蚕卵複寄生數少到 20 个以內, 成虫寿命也顯著地延長, 例如每蓖麻蚕卵羽化 11 个蜂, 雌蜂寿命達 15 天, 羽化 15 个蜂的, 雌蜂寿命達 12 天。在人工繁殖过程中, 要得到繁殖能力高和雌蜂數量多的子代, 控制複寄生數目是有必要的。这个理論基礎, 不独在人工繁殖过程中可以应用, 也關係到在田間釋放赤眼蜂的數量, 如果在田間釋放極大量的寄生蜂, 複寄生數勢必增加, 而影响了赤眼蜂子代的繁殖能力, 这个情况, 柯瓦列娃(1954)已經總結地指出來了。事实上我們沒有找出和苏尔特 (Salt 氏 1934 年) 所說的 *Trichogramma evanescens* 能够察知寄主卵已被寄生而避不產卵的現象。

(4) 雌蜂數和寄主卵數比率和複寄生數關係: 从 (3) 試驗結果, 肯定了一个寄生卵的複寄生增加, 雌蜂的繁殖力減低, 而且雌蜂數量減少。在大量繁殖过程中, 應該控制複寄生現象。本試驗目的, 是複寄生數量的控制, 本試驗所用的方法是調節雌蜂數和寄主卵數的比率。在本試驗过程中, 測定了複寄生數与雌雄蜂体長、成虫寿命和雌雄比率的關係, 現將本試驗進行方法及結果分析, 分述如下:

1) 每組用松毛虫卵一个, 分別接入受精而未產卵的雌蜂一头、二头和三头, 產卵的時間是一天, 親本蜂是松毛虫卵羽化出來的赤眼蜂, 每組三个重複, 各組試驗同時舉行。本試驗在 28.8°C 相对濕度 84% 下進行, 現將結果列於表 9。

表 9 雌蜂和寄主卵比率不同和複寄生數關係

雌 蜂 數	松毛虫卵數	平 均 每 卵 羽 化 蜂 數	性 比 率 (♀:♂)	平 均 體 長 (毫 米)		成虫平均壽命 (天)
				♀	♂	
1	1	19.7	7.4:1	0.50	0.40	2
2	1	27.3	4.1:1	0.47	0.37	2
3	1	30	4.0:1	0.45	0.36	2

由上述試驗的結果，可以看出雌蜂數量多而寄主卵少的時候，複寄生數增加。其次複寄生數目的多少，和蜂體長短、雌雄比率都有直接關係。複寄生數目愈多，蜂體愈小，雌性比率也愈低。

由上述試驗結果看來，複寄生數目是可以控制的，控制複寄生自然也能控制蜂體大小、雌雄比率和繁殖能力了。

上面的試驗，所用的蜂數和卵數都很少，為了找出在大量繁殖過程中，寄生蜂數和寄主卵的適當比率，進行了下列試驗。

2) 每組用 1000 卵貼在透光紙上，放進寄生蜂繁殖木箱中，分為四組，第一組放進已被寄生的松毛虫卵 30 個，第二組放進 50 個，第三組放進 70 個，第四組放進 100 個，這些松毛虫卵的寄生蜂先後羽化產卵，兩天後將蜂全部移出，以後檢查被寄生卵數。本試驗在 28.8°C 相對濕度 84% 下進行，結果如表 10。

表 10 在雌蜂和寄主卵比率不同條件下的寄生情況

雌蜂與卵比率*	寄 生 情 況		平 均 每 雌 寄 生 卵 數	備 註
	卵 數	百 分 率		
1:2	593	59.3	1.41	子代蜂體大，活躍
1:1.4	857	85.7	1.43	同 上
1:1	900	90.0	1.02	同 上
1.4:1	1000	100.0	0.71	子代蜂體較小有不能展翅和死在羽化孔口現象

* 以每被寄生卵羽化 14 頭雌蜂，推算得雌蜂與卵比率。

由表 10 結果看來，雌蜂和寄主卵（松毛虫卵）的比率，以 1:1 最好，因為寄生的百分率可達 90%，不浪費寄主卵，而且羽化出來的蜂，體大而活躍。凡雌蜂數比寄主卵數多過 1 以上的，子代蜂常有不能展翅和死在羽化孔的現象。

(5) 寄生蜂產卵時間長短和複寄生數的關係：由 (4) 試驗結果，指出了調節雌蜂數和寄主卵數的比率，能夠控制複寄生數目，除此以外，寄生蜂產卵時間長短，也影響複寄生的數目。本試驗用 5 個經交尾而未產卵的赤眼蜂，接入 5 個松毛虫卵，分兩組同時

進行，一組經 24 小時後，將寄生蜂移去，另一組經 48 小時後移去寄生蜂，觀察兩組松毛虫卵羽化蜂數，同時也調查雌雄比率、蜂體長度、成虫壽命，以進一步測定這些現象和複寄生數目的關係。本試驗在 28.5°C 相對濕度 88% 下進行，現將結果列如表 11。

表 11 雌蜂產卵時間長短和複寄生數的關係

產卵時間 (天)	羽化蜂數	平均每卵 羽化蜂數	性 比 率 (♀:♂)	平均蜂體長(毫米)		成 虫 平 均 壽 命 (天)	備 註
				♀	♂		
1	110	22.1	5.1 : 1	0.50	0.40	2	1♀翅不開展
2	142	28.4	3.17:1	0.45	0.38	2	2♀ 5♂ 翅不開展

由表 11 的結果，可以看出寄生時間一天，複寄生數目比寄生兩天的少，至於複寄生數目和蜂的雌雄性比率，蜂體長短的關係與(4)試驗結果符合。寄生蜂產卵一天，其子代羽化比較整齊，在大量繁殖技術上，比較容易掌握。

(6) 雌蜂體型大小和繁殖力及子代蜂性比率的關係：由上述兩個試驗，可以確定複寄生數目多，蜂體變小，而複寄生數是能夠控制的，控制了複寄生數，就能夠控制蜂體大小了。究竟在繁殖過程中，蜂體要多大才算適宜？應該是要解決的一個問題。為了解決這個問題，我們曾進行了雌蜂體型大小和繁殖力及子代蜂性比率關係的試驗。試驗方法是隨意取出已經交尾而未產卵的雌蜂 10 個，每個蜂同時接入松毛虫卵 10 枚，以供寄生，蜂死後，即量其體長。到了子代蜂羽化後，檢查每蜂寄生卵數、羽化蜂數及性比率，本試驗在 28.5°C 相對濕度 88% 下進行，現將結果列如表 12。

表 12 蜂體大小和繁殖能力及子代蜂性比率的關係

親本蜂體長(毫米)	寄 生 卵 數	羽 化 蜂 數	平 均 每 寄 主 卵 羽 化 蜂 數	性 比 率 (♀:♂)
0.59	4	77	19.2	18.2:1
0.53	5	88	17.6	11.5:1
0.51	4	105	26.2	5.1:1
0.51	3	66	22.0	12.2:1
0.49	3	75	25.0	7.3:1
0.47	2	46	23.0	8.2:1
0.38	3	64	21.3	8.1:1
0.38	2	39	19.5	8.7:1
0.33	0	—	—	—
0.31	2	27	13.5	8.0:1

由上列試驗結果，可以看出親本蜂體長在 0.38 毫米以上者，每蜂繁殖子代蜂數在 39 個以上，雌蜂體長 0.31 毫米者，只能繁殖子代蜂數 27 個。寄生卵數，子代性比率和親本蜂體長沒有顯著關係。0.38 毫米至 0.59 毫米間的寄生蜂繁殖能力，不見得因體長而提高，而且同體長的寄生蜂，其繁殖能力因個體不同而有所差異。在本試驗結果，只能够指出 0.31 毫米體長的雌蜂，其繁殖能力遠遜於 0.38 毫米以上者，如果想得到繁殖能力強的赤眼蜂，應該調節寄生蜂數和產卵時間以控制其複寄生數，而繁殖出體型較大的寄生蜂。根據(4)和(5)試驗結果，用松毛虫卵去繁殖寄生蜂的時候，在松毛虫卵一個和寄生蜂三個的比率下，寄生時間一天，所產生子代蜂能够獲平均體長 0.45 毫米的雌蜂，0.36 毫米的雄蜂。在甘蔗田裏寄生於黃螟卵的赤眼蜂，雌蜂體長平均 0.40 毫米，雄蜂體長平均 0.34 毫米，用剛才說過的標準去培養出來的赤眼蜂，體長已超過蔗田裏自然寄生的寄生蜂。赤眼蜂體型和在田間發生效能的關係，雖然沒有作過試驗，但和田間自然寄生的赤眼蜂體積一樣大小或較大一些，總會比小於自然寄生的赤眼蜂好些。

(7) 孤雌生殖試驗：赤眼蜂的孤雌生殖能力，早經前人試驗予以確定，有些人(Marchal 氏 1936 年)認為有些赤眼蜂有兩性生殖和孤雌生殖的類型。赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 經祝汝佐及胡永錫(1935)試驗確定有孤雌生殖的能力。赤眼蜂具有孤雌生殖的能力，對於種的生存具有很大意義，與沒有孤雌生殖的種類比較，具有更大的田間寄生效能。本試驗目的，為測定蔗螟卵的赤眼蜂，有沒有孤雌生殖能力，並且測定孤雌生殖有多大繁殖力。試驗方法是用一個寄主卵羽化出來完全是雌性的赤眼蜂，和一個寄主卵羽化出來有雌雄蜂的赤眼蜂，未經交尾，即接入足量寄主卵內，供其寄生，子代蜂羽化後，檢查子代蜂數及雌雄比，結果列如表 13。

表 13 赤眼蜂的孤雌生殖

親本蜂來源	親本雌蜂數	寄主種類及被寄生卵數	羽化子代蜂數			平均每雌蜂產子數
			♀	♂	總數	
一個松毛虫卵羽化出來的全為雌蜂	3	松毛虫卵 9 個	0	230	230	76.6
同上	6	松毛虫卵 31 個	0	594	594	99.0
一個松毛虫卵羽化出來的雌雄兼有	1	松毛虫卵 2 個	7	24	31	31.0
一個灰帶毒蛾卵羽化出來的全為雌蜂	3	灰帶毒蛾卵 20 個	0	73	73	24.3
一個蓖麻蚕卵羽化出來的雌雄兼有	15	蓖麻蚕卵 21 個	588	38	626	41.7

由表 13 結果看來，一个寄主卵羽化出來的如果全部为雌蜂，这些雌蜂進行孤雌生殖的結果，子代均为雄蜂，其繁殖力和受精的雌蜂比較，沒有顯著的分別。如果一个寄主卵羽化出來的子代有雌有雄，这些雌蜂進行孤雌生殖的結果，子代蜂有雌蜂和雄蜂，这种現象，赫斯 (Hase, 1925 年) 曾在一种未定名的赤眼蜂試驗出來。產生这种現象的原因，我們还没有考查出來。

4. 赤眼蜂成虫寿命和繁殖力与飼料的關係

釋放在田間的赤眼蜂，如果能够延長寿命，在田野發生的效能一定会高些。根据上列幾個試驗結果，我們在試驗过程中所用的寄主種類，複寄生數目和蜂体大小，對於成虫的寿命都沒有顯著關係。为了延長成虫的寿命日數和提高繁殖能力，我們曾应用各种糖的溶液作成虫的飼料試驗。試驗的材料，是用蜜糖、蔗糖、麥芽糖、果糖、葡萄糖、乳糖的 15% 溶液，以蒸餾水为对照。赤眼蜂羽化後，分別移至指形管中，以棉花蘸糖液黏於管壁，赤眼蜂即來取食，以後每天滴入糖液，每天換給足量的蓖麻蚕卵供其產卵，每天檢出死亡的蜂，量其体長，並記錄雌蜂數量、平均体長及平均寿命。子代蜂羽化後，調查其寄生卵數及羽化子蜂數，因而求出平均每雌產子數。本試驗在溫度 24—27°C，相對濕度 80—89% 的溫箱下進行，試驗結果如表 14。

表 14 成虫飼料和寿命及繁殖能力的關係

飼 料	供試蜂數 (♀)	平均体長 (毫米)	平均寿命 (天)	寄生卵數	羽化子蜂數	平均每雌 產子數
蜜 糖	41	0.46	11.2	30	965	23.5
葡 萄 糖	46	0.47	11.0	18	609	13.2
蔗 糖	38	0.50	10.7	16	471	11.7
麥 芽 糖	36	0.46	10.0	13	338	9.3
果 糖	36	0.46	5.3	14	512	14.2
乳 糖	67	0.43	1.4	6	202	3.0
水	44	0.43	1.3	4	71	1.6

由表 14 結果看來，蜜糖飼育對於延長成虫寿命和增加繁殖力的作用，最为顯著，比用清水飼育作对照的寿命延長至 8.6 倍，產子數增加至 14.7 倍。除蜜糖外，葡萄糖和蔗糖對於延長成虫寿命和增加繁殖力也有很好作用。果糖對於增加赤眼蜂的繁殖力，比葡萄糖和蔗糖还要好些。上述各种糖類，除蜜糖外，都是化学純粹的糖。蜜糖成份含有轉化糖和蔗糖，而且还有一些維生素及其他物質。在人工繁殖过程中，我們主張用蜜糖飼成虫，在田間放播之前，也應該飼以蜜糖。

5. 赤眼蜂与寄主卵冷藏試驗

如果要用赤眼蜂來防治廣大面積的農作物害虫，一定要及時供应大量的赤眼蜂。寄生蜂數量積累，冷藏是一个重要的方法，陸續繁殖出來的赤眼蜂，可陸續在低温下抑制寄生蜂發育，到需用的時間才移到發育適宜溫度，听其發育羽化。这样做法，能够在同一時間內，得到大量赤眼蜂。寄主卵冷藏，也是間接積累寄生蜂的一个办法，在田間採得的寄主卵或者由人工繁殖得來的寄主卵，陸續放在低温下，抑制其發育，需用時拿出來給赤眼蜂寄生。赤眼蜂一个世代，所經時間不長，有足量的貯备的寄主卵，短期間內可陸續繁殖多量的赤眼蜂。

本試驗分为寄主卵冷藏和被寄生卵冷藏二部分，現分述如下：

(1) 寄主卵冷藏試驗

試驗材料，用松毛虫卵、蓖麻蚕卵、灰帶毒蛾卵及麥蛾卵为材料。寄主產卵後 1、2 天內，將卵收集起來，用玻璃瓶盛載，放進 $0-4^{\circ}\text{C}$ 低温下冷藏，結果松毛虫卵冷藏到 97 天，还能够被赤眼蜂產卵，赤眼蜂也能正常羽化为成虫，到 111 天，就很少能够应用。蓖麻蚕卵冷藏 61 天，还能够供赤眼蜂寄生之用，到 72 天，卵多凹下，不堪应用。灰帶毒蛾卵冷藏 41 天，还能供赤眼蜂寄生用。麥蛾卵冷藏到 26 天，便不能应用。由这个初步試驗的結果看來，松毛虫卵最耐冷藏，蓖麻蚕卵次之，麥蛾卵最不耐冷藏。至於寄主卵的胚胎發育到什麼時期冷藏最適宜，还待進一步的試驗來決定。

(2) 被寄生卵冷藏試驗

松毛虫卵被赤眼蜂寄生後第五天(發育到老熟幼虫或蛹期)在 $0-3^{\circ}\text{C}$ 冷藏 129 天，能够羽化 50%。在剛变蛹或發育至老熟幼虫期，在 $4-7^{\circ}\text{C}$ 冷藏 57 天，可全部羽化。剛变蛹的時候，在 $4-7^{\circ}\text{C}$ 冷藏 82 天，能羽化 84.8%，其餘不能羽化的，是死在寄主卵內的成虫。被寄生卵的冷藏，在夏季炎熱中繁殖的寄生蜂，不能馬上移到冷藏的低温去，可先移到 10°C 左右的溫度，經過 1—2 天，然後移到 $0-3^{\circ}\text{C}$ 溫度去。由冷藏庫取出寄生蜂的時候，也要这样做，这种做法，都是避免寄生蜂在溫度突然剧变下而死亡。

寄生在松毛虫卵或灰帶毒蛾卵的寄生蜂將近羽化的時候，在 $0-3^{\circ}\text{C}$ 冷藏 10—15 天，寄生蜂羽化率还相当正常，蜂体强健。这个時期的冷藏，可以解決將要釋放赤眼蜂時，驟然遇着意外而必須延遲放蜂日期的困难。

6. 繁殖寄生蜂的器皿和用具

用於赤眼蜂繁殖試驗的器皿，我們通常用玻璃指形管和玻璃培养皿。应用作試驗的指形管，有口徑 3.0 厘米，長 8—10 厘米和口徑 2.5 厘米，長 8—10 厘米的。培养皿大小，有 7.5 厘米和 6.0 厘米直徑者。選擇容積不同的繁殖皿，是以參加試驗蜂數多少为

标准。进行繁殖的时候，将寄主卵和赤眼蜂移进繁殖皿裏，移进繁殖皿的寄主卵可用有寄主卵的葉子（如有松毛虫卵的松針）也可以將卵黏在紙上，也可以將卵零散地放進皿內。各种处理方法，是因試驗性質不同而灵活应用。上述的繁殖赤眼蜂器皿，因其容积太小，只能用於試驗之用，不宜於大量繁殖用。用於大量繁殖赤眼蜂的器皿，我們曾設計一种木箱，經數度改良，現用的方式是這樣：木箱長 18 厘米，高、闊各 8 厘米，四面嚴謹密閉，兩端或兩旁開通，每端或每旁有緊合而中空的正方形或長方形木框一个，四边加上橡皮条，木框的木条闊 1.5 毫米（圖 6）。進行大量繁殖時，先將寄主卵黏在透明或

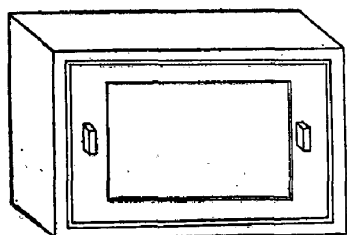


圖 6 赤眼蜂繁殖箱

半透明紙上，紙的大小較繁殖箱的兩端稍大，將黏有寄主卵的紙，用木框緊壓於繁殖箱的一端或一旁，向光放置，然後接入赤眼蜂，蜂即趨光而到寄主卵上產卵，另一端用紙加木框蓋上，次日可在沒有寄主卵的一面放入新鮮卵，對向光源，蜂即轉移至新鮮寄主產卵。這種繁殖箱可黏上松毛虫卵二千枚，以每枚能寄生 20 个寄

生蜂計，每次可繁殖赤眼蜂四萬頭，可用於大量繁殖。

那一种黏卵的膠最為適用，我們也做过一些試驗。黏卵膠的要求，要對蜂的生理沒有妨碍，膠不易發霉和黏力強而卵不致跌落。根據這三項要求，我們曾用過阿拉伯膠，虫膠，麵粉煮成的漿糊，牛皮膠和膠珠（是一種植物膠，該植物種類不明，這種膠是一般人用來溶化於水，作普通膠水用的）。這幾種膠水以阿拉伯膠和膠珠，应用上最方便，配合量為膠一份用水一份溶化，膠黏性相當大，缺點是配成後在常溫下不能久置，久置會發酵變質，失去膠黏性。有時膠黏着的寄主卵，也有因受大氣中濕氣太大的影响而脫落。虫膠用 95% 乙醇溶化，黏卵牢固，不發酵，不受大氣中濕氣而脫卵，但黏卵後，必須經約 30 分鐘後，才能接入赤眼蜂，否則對寄生蜂生理有所影响。目前虫膠價高，有時不易買得到，膠珠價廉，使用亦便，可供应用。

黏卵紙以雪蓮紙、紗紙、蠟紙和玻璃紙都可应用。

赤眼蜂田間效能，寄生有效半徑及釋放前成虫保存的初步試驗

人工繁殖的赤眼蜂，在田間能夠達到多大的寄生效能，是利用赤眼蜂防治害虫的一个最主要問題。為了解決這個問題，1954 年 6 月間曾作一次小規模的田間釋放試驗，在 10 月間做了一次寄生半徑的測定，在田間釋放之前，曾設計赤眼蜂的釋放器。

（一）赤眼蜂的田間釋放器

赤眼蜂的田間釋放器，需要有下列條件：（1）能防風雨，（2）難傳熱，（3）能阻止螞蟥

及其他天敌入內，(4)使用簡單，(5)價廉。根据这五項要求，我們曾用过火柴盒子和小竹筒。

火柴盒子——火柴盒子是最容易找到的器皿，最經濟。为了防止雨水浸濕，施用前要稍加处理，处理方法，是全部黏上防水蠟紙，再用融化的白蠟，全部浸塗一次，盒內放進赤眼蜂將要羽化的寄主卵，用橡皮圈子紮緊。盒盖和容器之間，原有一条小縫，可供寄生蜂羽化後飛出(赤眼蜂有正趨光性，必离盒飛去)。如果盒盖和容器間的縫太窄，可用大头針在容器兩端另開 4—5 小孔，用小繩子將火柴盒紮緊，繫於長 2 尺左右的小竹竿，釋放寄生蜂時，將竹竿插在蔗田裏。

竹筒——用 10 厘米長，1.5—2 厘米口徑而兩端通孔的竹筒，將兩端的通孔鋸成斜形，內放將要羽化出赤眼蜂的寄主卵，兩端用蠟紙包住用橡皮圈紮緊，用小針在兩端各刺小孔十餘个(圖 7)。应用時用小鉄絲繫於小竹竿插在蔗田裏，即可供田間釋放寄生蜂之用。应用的竹筒，要完全乾燥，如果用白蠟浸塗一次，防水力更佳。新鮮竹筒不宜应用，因为含水量高，易發霉，对寄生蜂有影响。

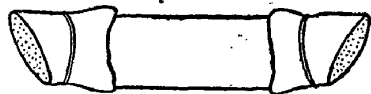


圖 7 寄生蜂釋放器

上述兩種赤眼蜂釋放器，都相当实用。釋放器在田間，应距离地面 30 厘米，且不能接觸蔗葉，以免螞蟻沿葉而过，在竹筒离地面 15 厘米左右，塗一些硫磺軟膏或石油脂，更增防蟻之效。在田間应用上述的釋放器，除狂風、暴風，难免雨水浸入外，普通的風雨，是沒有多大影响的。

(二)赤眼蜂田間寄生效能測定試驗

放蜂試驗日期，1954 年 6 月 11 日一次，6 月 15 日一次。試驗蔗田面積共二畝，为山崗地蔗田。用竹筒釋放器二十个，每釋放器放進將近羽化赤眼蜂的松毛虫卵 60 个，估計每卵出蜂 18 头，共約 1080 头，二十个釋放器，共出蜂 21,600 头，即每畝地放蜂 10,800 头。有些釋放器是放進將羽化寄生蜂的灰帶毒蛾卵 200 个，估計每卵出蜂 5 头，每釋放器有 1000 头蜂。二十个釋放器，均匀地插佈於二畝蔗田內，插釋放器的時間，兩次都在下午五時至六時举行，估計赤眼蜂翌晨陸續羽化，飛出田間。这次用來釋放的寄生蜂，是在室內变溫情況下連續培养 3 至 6 代的赤眼蜂。

第一次釋放後第二天，檢查載有被寄生松毛虫卵的釋放器內寄生蜂活動情況，結果，大部分赤眼蜂都能正常羽化，蜂均活躍，停留在釋放器孔口片刻，即飛躍蔗葉上，第三天適逢大雨，第四天檢查載有毒蛾卵的釋放器，發現少數釋放器內羽化的赤眼蜂，被浸入釋放器的雨水所浸淹，略有死亡，有些掙扎離開有水处，体乾後，仍能飛去。兩次釋

放後，釋放器內除第一次為雨水侵入，略有死蜂外，其餘均無死蜂，可証明這種釋放器是實用的。

在赤眼蜂釋放前三天，每天抽樣調查預定釋放區的螟卵自然寄生率，結果，黃螟卵的寄生率是 55.2%，條螟卵的寄生率是 60%。釋放後第五天起，在釋放區五天內一連調查了三次蔗螟卵田間寄生率，結果，黃螟卵寄生率為 91.3%，條螟卵寄生率為 98.3%。在釋放區附近的對照區的蔗田，也在寄生蜂釋放後第五天，調查螟卵寄生率，結果，黃螟卵寄生率為 40%，條螟卵寄生率為 70%。在距離釋放區一里的對照蔗田，也在釋放區寄生蜂釋放後第五天起，調查了二次蔗螟卵寄生率，結果，黃螟卵寄生率為 61.6%，條螟卵寄生率為 76.3%。由上述結果，可知釋放赤眼蜂後五天內，可將黃螟卵寄生率由 55.2% 提高到 91.3%，將條螟卵寄生率由 60% 提高到 98.3%。這樣看來，赤眼蜂在田間對於螟蟲卵發生了一定的防治作用。這次的試驗，規模很小，釋放的赤眼蜂，在室內連續繁殖了 3 至 6 代，生活力和田間適應性都會減低，且調查方面，只及於螟蟲的寄生率，赤眼蜂的效能，還要等待日後有系統的試驗，才能作進一步的決定。

(三) 赤眼蜂的寄生有效半徑測定試驗

赤眼蜂釋放以後，能够寄生距離釋放器多遠的寄主卵，是決定釋放器在田間分佈距離的因素。本試驗就是為了解決這個問題而設的。

試驗方法是選擇一塊約二畝面積的秋植蔗田，先行檢查確定沒有蔗螟卵寄生蜂存在，才能應用。在蔗田中心離地面 50 厘米掛一個竹筒釋放器，內放進被赤眼蜂寄生的松毛蟲卵 72 個，估計每卵可羽化 14 個蜂，共約 1000 蜂，在釋放器周圍，分東、東南、南、西南、西、西北、北、東北八個方向，將未寄生的松毛蟲卵掛在蔗葉上，每方向距離一公尺，掛卵 100 個。每天上午、中午、下午分別記錄蔗田溫度、濕度、風向及風速（風向記錄，依照氣象觀測所的記錄修正，因觀測所觀察時間距離較近）。四天後，將掛出去的松毛蟲卵全部收回，分別遠近及方向，檢查各個掛卵點的被寄生卵數。放蜂日期為 1954 年 10 月 18 日上午至 22 日上午，計共四天。現將這四天的氣象記錄和被寄生卵的分佈情況，表列及圖列如下：

表 15 1954 年 10 月 18—22 日放蜂田間的溫濕度

日 期	X/18	X/19	X/20	X/21	X/22
平均溫度	31.5°C	32.4°C	31.9°C	30.4°C	24.5°C (早上)
平均濕度	42.5%	40.5%	29.5%	34.5%	80%
最高溫度	35.5°C	32.8°C	32.5°C	35°C	30°C
最低溫度	25.5°C	15.5°C	13.5°C	12.5°C	14°C

表 16 1954 年 10 月 18—22 日風向

日 期 \ 時 間	1	7	13	19
18/X(1954)	东	北 东	南 西	南
19/X	北 东	北北西	西南西	东
20/X	北北西	北 西	北北东	北
21/X		北北东	南 东	北
22/X	东北东	北	北 西	东北东

(1954 年 10 月 18—22 日在放蜂田間的風速是 1.1~2.2 公尺/秒)

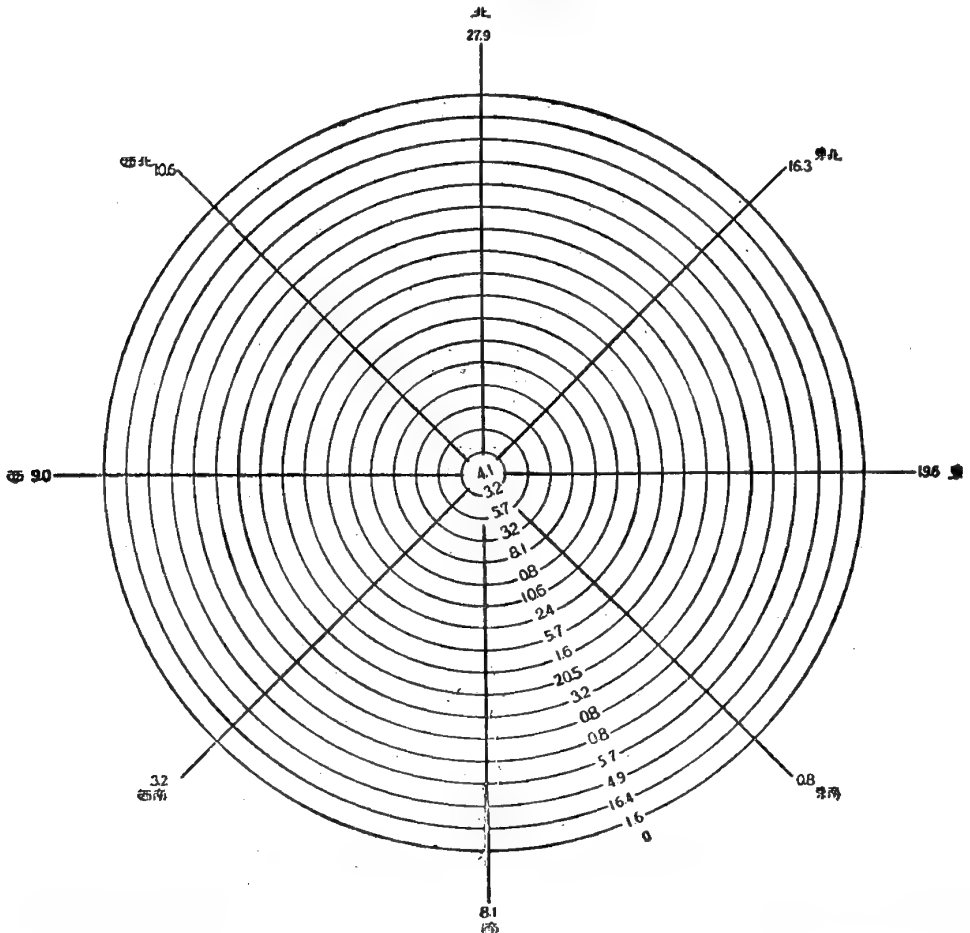


圖 8 赤眼蜂的有效寄生半徑及被寄生卵的分佈*

試驗結果：總共寄生了 122 个松毛虫卵，从被寄生卵的分佈情况可以看出赤眼蜂的分佈，和風向風速有很大關係，尤以釋放後第一天的風向，影响赤眼蜂分佈最大。这次

* 圖中數字表示各个方向或各圓周上寄生卵數佔總寄生卵數的百分率。

釋放試驗,是10月18日上午10時舉行的,当天13時至19時吹南西風和南風,這時赤眼蜂剛大量飛出,受了南西風和南風的影響,雖然風速均輕,每秒鐘風速只是1.1—2.2公尺,寄生蜂也藉了風力傳送到東北方向,所以在東、東北和北三個方向的寄生卵數佔全部寄生卵數的63.8%,其中以北向的被寄生卵最多,佔總寄生卵數的27.9%。寄生蜂的寄生有效半徑是17公尺。寄生效率,並非在最近釋放器的最高,也不是因距離而遞減,這可能是寄生蜂的擴散,密切地受了各時期的風向和風速的影響,故距離1公尺的各個圓周上的被寄生卵數,不是成比例的增減。但半徑10公尺範圍內的寄生卵數顯著比10公尺以外的高,半徑10公尺以內的寄生卵數佔總寄生卵數的66.4%,10公尺以外的是33.6%。赤眼蜂的擴散現象和環境因素的關係是很複雜的,我們一次試驗結果,未能作為一般通論,這方面的知識還要作進一步的探討。

在放蜂的4天內,氣溫的變異相差 17°C ,最低氣溫是 12.5°C ,最高是 35.5°C 。濕度範圍是30—53%。赤眼蜂在這種環境條件下,仍顯出一定效能,這說明赤眼蜂在相當低溫(12.5°C)、相當高溫(35.5°C)和相當乾燥(相對濕度30%)的環境條件下,還能夠維持其生活力,且能適應氣溫變遷相當大的環境條件。

由上述試驗結果的分析,在田間釋放赤眼蜂以防治甘蔗螟蟲,應該估計風向風速和寄生蜂擴散的關係,釋放器的相互距離以17公尺以內為宜。

(四)寄生蜂成虫保存試驗

在準備釋放的當時,寄生蜂都羽化出來了,如果忽然遇到天氣驟變,不適於放蜂,必須把已羽化的蜂保存起來,等到適當時候,才到田間釋放。為了解決寄生蜂成虫保存問題,我們曾進行了下列試驗。試驗方法是將新羽化的赤眼蜂移入指形管中,飼以蜜液,半小時後,分三組不同處理,進行試驗。第一組放進 $8-13^{\circ}\text{C}$ 冰櫃內冷藏;第二組放在室溫下黑紙盒中;第三組在室溫自然光照下(室溫 $23.8-31.4^{\circ}\text{C}$,相對濕度65—98%);經12天後,檢查其生存率,並放進松毛蟲卵供其寄生,以測定其繁殖力,結果列表17。

表 17 赤眼蜂成虫的生存率和繁殖力與室內控制處理的關係

處 理	供 試 蜂 數	處理後生存數	處理後生存百分率	處理後繼續生存天數*	平均每雌寄生卵數
在 $8-13^{\circ}\text{C}$ 冷藏 12 天	♀ 70	65	92.85	13	0.42
	♂ 13	7	53.84		
在室溫下放入黑紙盒內經 12 天	♀ 69	61	88.40	6	0.39
	♂ 11	0	0		
在室內自然光下經 12 天	♀ 98	68	69.38	6	0.27
	♂ 19	0	0		

* 處理後繼續生存天數以壽命最長個體為準。

由表 17 結果看來，保存寄生蜂成虫的方法，最好还是低温处理，我們的試驗，所用低温只是一种，未能確定那一个温度最好，就我們的試驗結果來看，8—13°C 能將羽化的赤眼蜂保存到 12 天，雌蜂生存率还有 92.85%，而且还能够繼續生存 13 天，这样看來，如果沒有冷藏設備，用黑紙遮盖，結果也过得去。就雌蜂寄生松毛虫卵的能力來看，也是冷藏的最好，在室温遮黑的繁殖能力，也接近於冷藏的蜂。

甘蔗螟虫田間動態

为提高赤眼蜂在田間的效率，在田間釋放寄生蜂，必須与進行防治的害虫田間發生情况互相配合。为了將來能够有計劃地去釋放赤眼蜂來防治甘蔗螟，我們於 1953 和 1954 年，曾在華南農業科学研究所岑村場地調查各种甘蔗螟的田間動態及甘蔗螟卵的寄生率，並進行了一些甘蔗螟室內飼育工作。現將結果分列如下：

(一) 各种甘蔗螟一般發生經過

在廣州發見的甘蔗螟，最普遍的有四种，即条螟、二點螟、黃螟、紫螟。虽然各种甘蔗螟都鑽入蔗莖为害，但發生情况和生活習性，都各有不同。現將其發生經過分述如下：

条螟 条螟整年为害甘蔗，以幼虫在葉鞘內側結薄繭越冬，翌年春間，化蛹变蛾，4 月上旬(1954)開始在田間發現卵塊，每卵塊由 10—20 粒卵組成，分兩行排列並左右相疊如瓣子。卵塊產在葉面或葉底，5 月中旬幼虫開始陸續孵化。幼虫孵化後，集於心葉为害，稍成長，由葉鞘处侵入蔗莖，在莖內侵食，老熟幼虫离蔗莖到葉鞘內側結薄繭化蛹。条螟在廣州每年發生約四个世代，根据 1953 年的田間調查，4 月至 6 月第一世代，7 月至 8 月第二世代，8 月至 9 月第三世代，9 月至翌年 4 月第四世代。根据 1953 和 1954 年的調查結果，条螟發生，比較規則，發生过程中，各時期在田間出現比較劃一。根据飼育結果，在 1953 年 6、7 月裏，一世代經約 53 天。

二點螟 二點螟整年为害甘蔗，以幼虫或蛹在蔗莖地上部或地下部越冬，根据 1953 年 1 月至 3 月調查，在地上部越冬的幼虫和蛹为 66.6%，在地下部越冬的为 33.4%，而在地下部 10 厘米以內的佔 96.2%，在 10 厘米以下的只有 3.8%。翌年春間，化蛹变蛾，4 月中旬(1954)開始在田間發見卵塊，每卵塊由 50 多粒卵組成，作三行或四行排列如魚鱗狀，卵塊產在葉面或葉底，幼虫孵化後，吊絲或爬行至葉鞘，由葉鞘食入蔗莖，老熟幼虫在蔗莖內化蛹。根据 1953 和 1954 年的調查結果，二點螟的發生很不規則，世代疊置，由田間調查資料看來，一年內各世代界限很不清楚。根据飼養結果，在 1953 年 7、8 月裏，一世代經過約 40 天，这样看來，其世代數，不会比条螟的少。

黃螟 根据 1953 及 1954 年田間調查結果，黃螟整年为害甘蔗，發生很不規則，世

代疊置，由田間調查資料看來，一年內各世代界限很不清楚。黃螟卵產於蔗葉或葉鞘上，有時蔗莖亦有發現，散產或 2、3 粒相連。幼虫孵化後，一般由葉鞘蔗芽食入蔗莖。在冬季，田間仍發現黃螟的卵、幼虫和蛹。冬季的幼虫和蛹，一般在蔗莖的地上部或地下部（根據 1953 年 1 月至 3 月調查，在地上部蔗莖內虫數為 43.11%，地下部虫數為 56.89%）。在甘蔗的嫩芽和腐爛蔗頭也有發現。冬期的卵，多產於近地面乾葉鞘上，在一月裏，也有些卵孵化為幼虫。在地下部越冬的幼虫和蛹，全部集中在地面下 10 厘米以內的蔗莖裏。根據 1953 年 1 月至 3 月的調查，在地面下 8 厘米以內的有 88.9%，在地面下 8—10 厘米的只有 11.1%，沒有發見在 10 厘米以下的。

大螟 大螟食性很複雜，一年中只是一個時期為害甘蔗，12 月間開始在秋植蔗內發現，甘蔗被害後，成枯心苗。一直到了翌年 3、4 月，宿根蔗新芽抽出後，也發現苗內有大螟為害。在田間幼虫，以 4 月最多，根據 1953 年 4 月中旬調查結果，一千株被害蔗苗內，有大螟幼虫 366 條，為蔗田裏整年大螟幼虫密度最高的一個時候，在 1954 年 4 月上旬裏，一千株被害蔗苗內有大螟幼虫 710 條，也是幼虫密度最高的一個時候。4 月以後，虫口密度銳減，1953 年一直到 11 月，還陸續在蔗田裏有極少量出現。1954 年到了 7 月就不再發見了。4 月以後，虫口密度銳減原因，主要是田野裏長出其他作物，可為大螟食料，大螟就遷移過去，在蔗田的數量也就減少了。

由上述各種為害甘蔗螟虫田間發生情況來說，條螟、黃螟和二點螟整年為害甘蔗，大螟為害甘蔗主要是在甘蔗苗期，尤以春季為害秋植蔗為普遍。在冬季甘蔗收穫前，條螟幼虫在蔗鞘內側越冬，二點螟的幼虫和蛹，有一部分在地下蔗莖離地面 10 厘米以內越冬，黃螟的幼虫和蛹，在冬季藏匿地方，絕大部分和二點螟一樣，少數在腐爛蔗頭和甘蔗嫩芽藏匿。根據這幾種害虫的冬期習性，我們建議下列的冬季收穫時必要的防虫措施：

1. 低斬收穫——對宿根蔗來說，在收穫時，如果能夠斬下地面內 10 厘米，蔗莖地下部越冬的幼虫和蛹，可全部清除，而且可增加甘蔗的收穫量。根據東莞一帶蔗農經驗，認為低斬甘蔗，翌年分蘖更好。粵中及潮汕區，有些蔗農，利用一種短柄小鋤頭來收穫甘蔗，這種小鋤頭使用方便，能夠斬入蔗莖的地下部分，根據華南農業科學研究所試用結果，認為使用便利且能增加甘蔗收穫量。

2. 清潔蔗田——冬季，黃螟幼虫和蛹除在蔗莖內，也躲在腐爛蔗頭和嫩芽。條螟的幼虫在葉鞘越冬，所以冬季蔗田裏遺留的葉鞘，腐爛蔗頭和沒有用處的嫩芽，都是窩藏蔗螟的所在，在收穫時應徹底清除，清除的葉鞘及蔗田廢物，可作為堆肥，如果用作燃料，應該在 3 月以前燒完。

3. 处理蔗头——如果不是宿根蔗，收穫後，要在翌年3月以前掘起蔗头。掘起的蔗头，要浸水3天，使其中蔗螟全部浸死。蔗头浸後容易晒乾，可作燃料，如果蔗头未經水浸，必須在翌年3月以前燒掉，以殺滅其中蔗螟。

(二) 甘蔗螟虫羣落田間消長調查

为了解各种蔗螟生活史中各時期出現時間及各季節虫口消長，以作防治的根据，1953年及1954年，曾進行田間調查。調查方法，每五天到蔗田隨意割取有被蔗螟侵害痕跡的蔗苗、無效分蘗和小蔗莖共200株，携返室內，檢查其中蔗螟種類、生活史時期及虫數。这种調查方法，只能夠檢查蔗螟的幼虫、蛹和卵。蔗螟成虫很难採集，現在还没有找到一种比較簡便的方法來調查其發生情況。

根据我們調查結果，各种蔗螟的虫口消長情況，特別是幼虫，1953年和1954年有許多相同的地方。条螟幼虫的田間發生，在1953年和1954年都出現了兩個高峯（圖9）。一个高峯出現於5月間，另一个高峯出現於10月或11月。6月至9月之間的幾個月，条螟幼虫數都顯著地減少，比高峯時的虫口數減少4、5倍，而且作波浪式的消長，振幅差不多都相等。

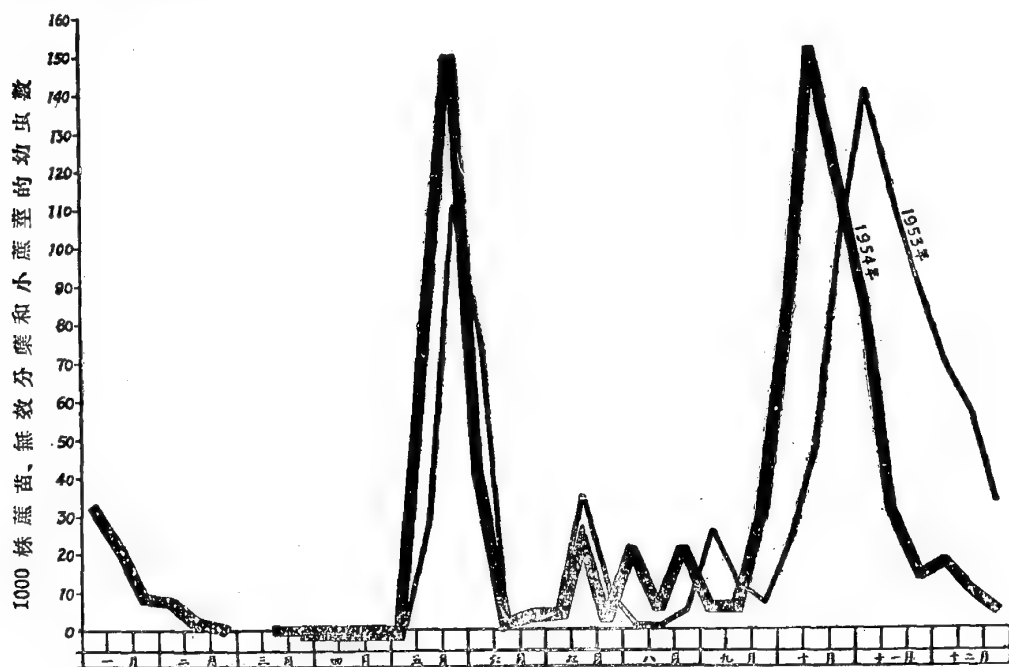


圖9 1953年和1954年条螟幼虫虫口的消長

再看二點螟兩年來發生情況，也有很多相似的地方（圖10）。5月以後，幼虫虫口忽急劇上昇。5月至10月間的幾個月，是一年中虫口密度最高的時期。1953年以7、8、

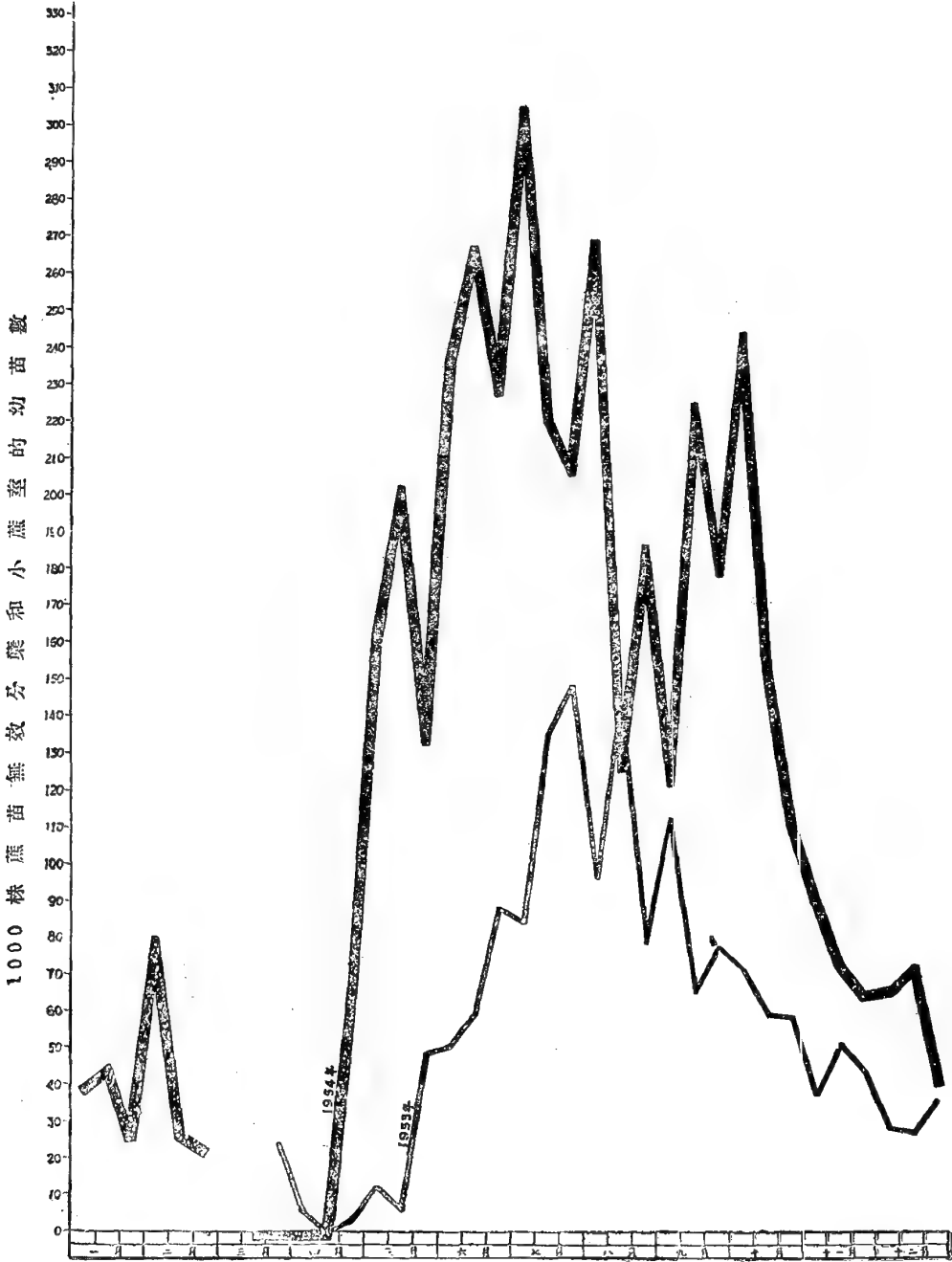


圖 10 1953 年和 1954 年二點蚊幼虫虫口的消長

9 月的密度最高, 1954 年以 6、7、8 月的密度最高。每年 10 月以後, 虫口密度減低, 進入冬季, 虫口數量變遷比較平穩。黃螟兩年來發生情況, 也有很多相似的地方(圖 11)。而且 1953 和 1954 兩年的虫口消長曲線, 和条螟的接近, 同樣地出現兩個遙遙相對的高峯, 一个高峯出現於 5 月(1953), 另一高峯出現於 12 月、6 月至 11 月間的幾個月, 虫口密度大減, 並作不对称式的消長。黃螟的田間發生最特別的地方, 是在冬季出現一次虫口的突增現象(即 12 月的高峯), 大螟在蔗田裏發生和消長情況, 較為特殊, 大螟在冬期, 由其他作物移到秋植蔗田去, 為害秋植蔗苗, 春植蔗和宿根蔗, 在發芽以後, 才去侵食。大螟在蔗田裏的虫口密度, 以 4 月份最高, 以後密度銳減, 主要原因是轉移去食害其他作物, 並非受气候或天敌因素而減低其密度。

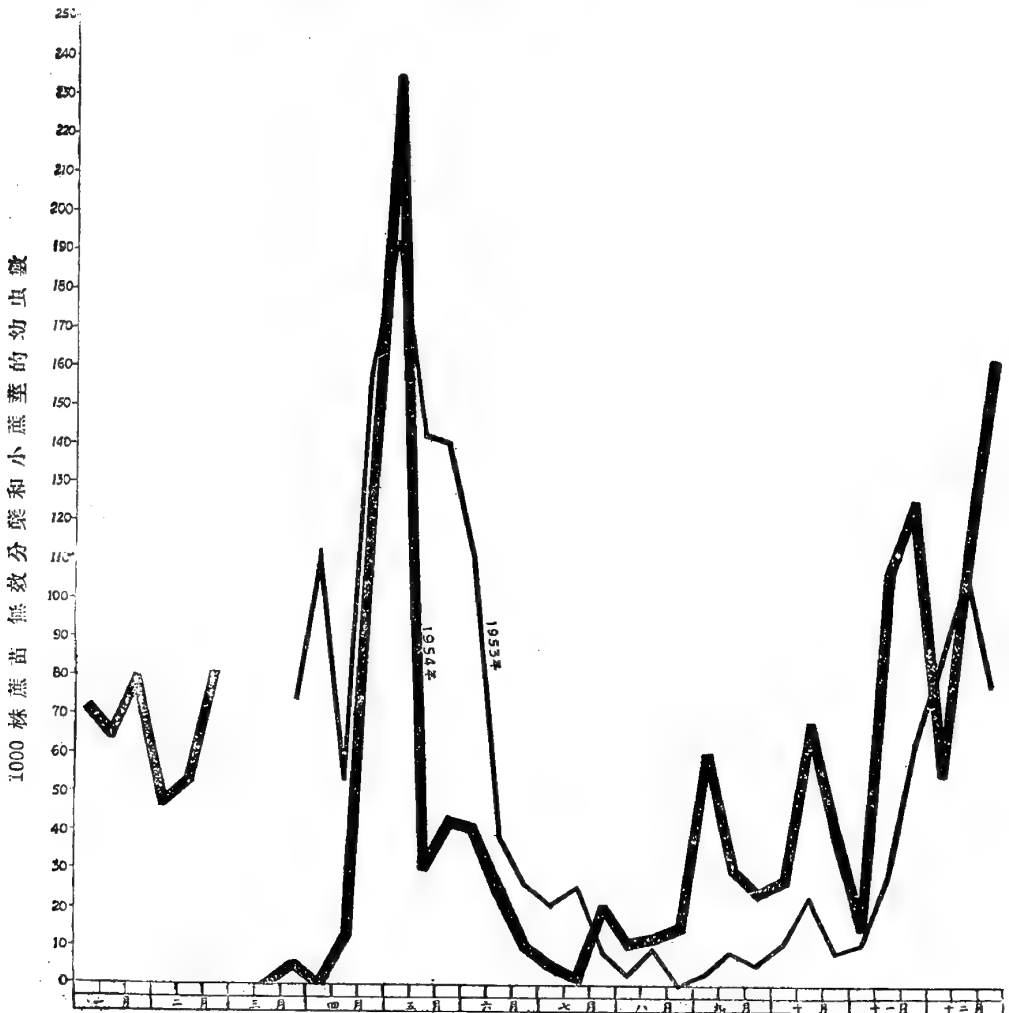


圖 11 1953 年和 1954 年黃螟幼虫虫口的消長

幾種蔗螟兩年間在田間發生, 从其數量的變異來看, 有其發生的規律性, 究竟這種規律受什麼因素所控制? 因為我們的調查工作, 還不够全面、細緻, 所以還沒有足够的資料, 來完滿地分析這個問題。

条螟、黃螟和二點螟在春季第一世代的幼虫密度增長很快; 条螟和黃螟在這個時候形成了一年內虫口消長曲線的第一个高峰, 这个峰在黃螟是一年裏兩個峰最高的一個。二點螟幼虫數量, 在這個季節, 雖然不是增到最高, 但也可見其突然增高的現象, 在1954年的虫口消長曲線, 表現得更加清楚, 春季蔗螟幼虫增加的原因, 根据我們調查結果, 卵寄生率低是一個重要因素。

根据 1954 年在華南農業科學研究所岑村場地, 田間蔗螟卵寄生率調查結果, 螟卵在 4 月間開始出現, 該時的卵寄生率較低, 以後寄生率逐漸增高, 如 1954 年 4 月份黃螟卵寄生率為 28%, 条螟卵寄生率為 32%; 5 月份黃螟卵寄生率就提高到 59%, 条螟卵寄生率提高到 90%; 6 月份黃螟卵寄生率達 64.9%, 条螟卵寄生率為 80%; 1955 年 4 月份的二點螟卵和黃螟卵的寄生率為 0%, 5 月份二點螟卵寄生率為 11.3%, 黃螟為 2.5%。由上項調查資料看來, 春間蔗田裏的蔗螟卵寄生率是比較低的, 这个現象應該是蔗螟第一代高度發生原因之一。在春間有計劃地釋放赤眼蜂去防治蔗螟, 也應該是一個合理的防治措施。

摘 要

甘蔗是我國最重要的糖料作物, 甘蔗害虫以甘蔗螟虫最普遍, 分佈亦最廣。廣東珠江三角洲常見的甘蔗螟虫共有四種: 条螟或称斑點螟 (*Diatraea venosata* Wk.)、二點螟 (*Chilo infuscatellus* Snellen)、黃螟 (*Eucosma schistaceana* Snellen) 和大螟 (*Sesamia inferens* Wk.)。甘蔗螟虫為害的結果, 形成枯心苗和蛀莖, 影响甘蔗生長發育, 減低蔗糖成份, 易受風折, 而且造成甘蔗赤腐病菌入侵条件。

甘蔗螟虫的為害虽重, 但目前還沒有一套完整的防治方法, 也還沒有一種很有效的方法。本試驗目的, 是利用赤眼蜂來防治甘蔗螟虫。試驗內容是赤眼蜂的寄主的選擇和繁殖、赤眼蜂的繁殖及保存、赤眼蜂田間放播初步試驗和甘蔗螟虫田間發生情況的調查。現將各項試驗結果簡要地分述如下:

赤眼蜂能否利用成功, 要看培育出來的赤眼蜂是否具有高度的生活力。赤眼蜂的生活力可用下列四個標準去量度: (1) 蜂體大小, (2) 繁殖能力, (3) 成虫壽命, (4) 對田間環境的適應性。此外, 繁殖出來的赤眼蜂雌性比率不應比自然界的減低。

赤眼蜂的生活力, 首先和寄主有很大關係。如果寄主卵的內含物的質和量都適合

於赤眼蜂幼虫营养之需，羽化出來的成虫體積大，繁殖力強，壽命也有延長的趨勢。關於赤眼蜂的寄主，我們曾用過 17 種鱗翅目昆蟲的卵供其寄生，結果以松毛虫 (*Dendrolimus* sp.) 和蓖麻蚕 (*Attacus cynthia ricini* Boisd.) 卵為最優良的寄主，過去各國普遍用來繁殖赤眼蜂的麥蛾 (*Sitotroga cerealella* Oliv.) 卵是不良的寄主。由松毛虫卵或蓖麻蚕卵羽化出來的赤眼蜂，體長而活躍，繁殖力強，雌性比率在繁殖過程中不減低，而且這兩種寄主卵體積較大，一個松毛虫卵平均能羽化 23.7 頭赤眼蜂，最高可達 52 頭，一個蓖麻蚕卵平均可羽化 28 頭赤眼蜂，最高可達 59 頭。松毛虫卵和蓖麻蚕卵產下後 1、2 天內，在 0—4°C 低溫下冷藏，經過 97 天 (松毛虫卵) 和 61 天 (蓖麻蚕卵)，仍可供赤眼蜂寄生之用。由麥蛾卵羽化出來的赤眼蜂，體小而羸弱，繁殖力低，雌性比率在繁殖過程中逐漸低減，而且一個麥蛾卵只能羽化一頭赤眼蜂，兼之新鮮麥蛾卵在 0—4°C 冷藏 26 天便不能應用。所以，對於赤眼蜂營養的質量和寄主卵本身的低溫保存持久性來說，松毛虫卵和蓖麻蚕卵是遠勝於麥蛾卵的。在寄主的飼育管理上，蓖麻蚕比松毛虫方便。所以，利用蓖麻蚕卵來繁殖赤眼蜂是比較方便的。

赤眼蜂的生活力，和複寄生數也有很大關係，因為複寄生數目的多少，直接影響了赤眼蜂營養的量。所以，要繁殖出生活力強的赤眼蜂，在繁殖過程中應該控制複寄生數。控制複寄生數的辦法是在繁殖的時候，赤眼蜂雌蜂數和寄主卵數 (松毛虫卵) 的比率為 1:1，產卵時間不超過 24 小時。

寄生蜂成蟲的營養也非常重要，經過了六種糖的飼料試驗，結果以用蜜糖喂飼成蟲，能夠延長壽命至 8.6 倍，繁殖力增加至 14.7 倍。

為保持赤眼蜂對田間環境的適應性，盡可能在田間繁殖赤眼蜂。室內繁殖赤眼蜂，應該在變溫條件下進行。而且，人工繁殖赤眼蜂，不要超過五代就要放到田間去。

如果要累積赤眼蜂，冷藏處理是一個好辦法。寄生在松毛虫卵的赤眼蜂，發育到老熟幼蟲的時候，移到 4—7°C 低溫下冷藏 57 天，可全部羽化，冷藏 82 天，能羽化 84.8%。在寄生蜂將羽化時，在 0—3°C 低溫下冷藏 10—15 天以內，生活力還很正常。

赤眼蜂能行孤雌生殖。一個寄主卵羽化出來的，如果全部為雌蜂，這些雌蜂行孤雌生殖結果，其子代均為雄蜂。如果一個寄主卵羽化出來的有雌有雄，這些雌蜂行孤雌生殖，結果子代蜂有雌蜂和雄蜂。

赤眼蜂在田間的擴散能力，隨風向及風速而變異，在風速每秒 1.1—2.2 公尺的時候，赤眼蜂的寄生有效半徑是 17 公尺。

關於赤眼蜂在田間的效能，我們曾做過一個初步試驗。在每畝蔗田內放播赤眼蜂 10,800 頭，放播後 5 天，黃螟卵寄生率由 55.2% 提高到 91.3%，條螟卵寄生率由 60%

提高到 98.3%。距离放蜂區一里外的对照蔗田,黄螟卵寄生率是 61.6%,条螟卵寄生率是 76.3%。

为了提高赤眼蜂的田间效能和配合赤眼蜂的放播,我們於 1953 年和 1954 年曾調查廣州甘蔗螟虫的田间动态和蔗螟卵寄生率。条螟以幼虫在葉鞘內側結薄繭越冬,每年發生約四代,兩年來幼虫的田间發生,出現了兩個高峯,一个現於 5 月間,另一个現於 10 月或 11 月間。二點螟以幼虫或蛹在蔗莖地上部或地下部越冬,兩年來田间發生的世代疊置,但幼虫的發生,以 7、8、9 月或 6、7、8 月密度最大,10 月以後密度減低。黄螟在冬季有卵、幼虫和蛹。在冬季,黄螟卵多產於近地面乾葉鞘上,幼虫和蛹在蔗莖的地上部或地下部,在甘蔗的嫩芽和腐爛蔗头裏也有發現。兩年來黄螟田间發生的世代疊置,但幼虫的發生,兩年來都是出現了兩個高峯,一个高峯出現於 5 月,另一个高峯出現於 12 月。大螟食性複雜,一年中只是一个時期为害甘蔗,一般为害秋植蔗較甚,12 月至翌年 9 月,都可在蔗田找到大螟幼虫,以 4 月虫口密度最大,4 月以後,密度銳減。

田间蔗螟卵的寄生率,在春季產卵初期,寄生率較低,以後寄生率逐漸上升,如 1954 年 4 月份在低地蔗田,黄螟卵寄生率是 28%,条螟卵寄生率是 32%。5 月份黄螟卵寄生率達 59%,条螟卵寄生率達 90%。在山崗地區的蔗田,一般在早春寄生率很低,1955 年 5 月份的二點螟卵寄生率只達 11.3%,黄螟卵僅 2.5%。根据蔗螟卵寄生率調查結果,从早春起,有計劃地放播赤眼蜂以防治蔗螟,應該是必要的措施了。

参 考 文 献

- [1] 祝汝佐 1933 桑螟卵寄生蜂之考查及其在杭州之放飼試驗浙江省昆虫局年刊 3: 164—171。
- [2] 祝汝佐、胡永錫 1936 赤眼蜂生活史研究浙江省昆虫局年刊 1935: 164—177。
- [3] 張若芷 1947 成都三化螟寄生蜂之研究四川科学農業 1(1): 33—74。
- [4] 蒲贊龍、陳守堅、洪福昌 1952 甘蔗鑽心虫赤眼蜂繁殖試驗。(未發表)
- [5] 黎國燾 1936 甘蔗鑽心虫赤眼卵寄生蜂之蕃殖昆虫問題 1(6): 8—10。
- [6] 黎國燾 1937 廣東甘蔗螟虫赤眼卵寄生蜂之觀察昆虫問題 2(1—2): 2—3。
- [7] 鄭漢業 1953 廣東晚造水稻三化螟虫卵之寄生蜂保護利用初步試驗昆虫學報 3(3): 289—307。
- [8] Горенская, Н. Н. 1940. Результаты применения трихограммы азербайджанской расы в борьбе с хлопковой сошкой на хлопчатнике в Азербайджанской ССР. Вестн. зап. раст. № 1—2, 166—172。
- [9] Ковалева, М. Ф. 1954. Пути повышения эффективности трихограммы в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур. Зоологический журнал 33 (1): 77—86。
- [10] Лапина, В. Ф. 1939. Сроки хранения трихограммы (*Trichogramma evanescens* Westw.) в зависимости от температуры и влажности. Вестн. зап. раст. № 19: 67—73。
- [11] Мейер, Н. Ф. и Тюменева, В. А. 1940. Влияние смены температур на сроки развития, плодовитость и соотношение полов у трихограммы (*Trichogramma evanescens* Westw.). Вестн. зап. раст. № 1—2, 153—160。

- [12] Никитина, Т. Ф. 1940. Применение трихограмма против капустной совки. (*Barathra brassicae* L.). *Вестн. зап. раст.* № 3: 83—84.
- [13] Сухоруков, Н. Н. 1953. Паразит-яйцед и опыт его применения в борьбе с крестоцветными клопами. Защита овощных культур от вредителей и болезней. Сельхозгиз.
- [14] Clausen, C. P. 1940. *Entomophagus Insects*. New York. McGraw-Hill Book Co. 688 pp.
- [15] Cleare, L. D., Jr. 1929. Moth borer control in British Guiana. *Cong. Ent. Trans.*, pp. 131—137.
- [16] Hinds, W. E., Osterberger, B. A., & A. L. Dugas. 1933. Review of six seasons' work in Louisiana in controlling the sugar cane moth borer by field colonization of its egg parasite *Trichogramma minutum* Riley. *La. Agr. Expt. Sta. Bull.* 235, 36 pp.
- [17] ——— Osterberger, B. A., & A. L. Dugas. 1934. Sugar cane moth borer control by *Trichogramma minutum* Riley. Report on experimental work for 1933. *La. Agr. Expt. Sta. Bull.* 248, 34 pp.
- [18] Isaac, P. V. 1946. Report of the Imperial Entomologist. *Sci. Rep. Agric. Res. Inst. New Delhi* 1944—45, pp. 73—79. (Ref. Rev. Appl. Ent.)
- [19] Jaynes, H. A. & E. K. Bynum, 1941. Experiments with *Trichogramma minutum* Riley as a control of the sugarcane borer in Louisiana. *U. S. D. A. Tech. Bull.* 743, 43 pp.
- [20] Seshagiri Rao, D. 1936. Sugarcane borer control through its natural enemy in the Irwin Canal Tract. *Mysore agric. Cal.* 1936, p. 25. (Ref. Rev. Appl. Ent.)
- [21] Smyth, E. G. 1939. *Trichogramma* proves itself in sugarcane borer control. *Int. Soc. Sug. Cane Tech. Congr. Proc.* 6: 367—377.
- [22] Subramaniam, T. V. 1937. Preliminary experiments on the mass production of *Trichogramma* parasites for control against sugarcane borers in Mysore. *Indian J. Agr. Sci.* 7 (1): 149—155. (Ref. Rev. Appl. Ent.)
- [23] Tucker, R. W. E. 1950. A twenty-year record of the biological control of one sugarcane Pest. *Int. Soc. Sug. Cane Tech. Congr. Proc.* 7: 343—354.

ON THE REARING OF *TRICHOGRAMMA EVANESCENS* WESTW. AND ITS UTILIZATION FOR THE CONTROL OF SUGAR CANE BORERS

PU CHIH-IUNG & TANG TE-HAI

South-China Agricultural College

LIU CHIH-CHENG, HUNG FU-CHANG & MO YU-SHIE

South-China Agricultural Research Institute

Sugar cane borers infest the cane and cause a considerable injury to the plant in China. Four species of sugar-cane borers are commonly found in Kwangtung Province, viz. *Diatraea venosata* Wk., *Chilo infuscatellus* Snellen, *Eucosma schistaceana* Snellen and *Sesamia inferens* Wk.

Trichogramma evanescens Westw. occurs in nature as an egg parasite of the sugar-cane borers.

The present experiment on breeding *Trichogramma* centres around the ways of increasing its viability.

The quality and the quantity of the nutrient for the larvae and adults of *Trichogramma* play an important role in relation to their viability. The contents of the egg of *Sitotroga cerealella* Oliv. which has been commonly used as a host of the *Trichogramma* are of poor nutrient quality and quantity for the larvae of this parasite. The eggs of Angoumois grain moth are so small that only one adult *Trichogramma* emerges from each egg. Such adults are usually smaller in size, less active and with lower reproductive potentiality as compared with those that emerge from the field hosts; besides, the female sex ratio gradually decreases in the successive generations.

From the results of an experiment on *Trichogramma* breeding, it is found that the eggs of *Attacus cynthia ricini* Bois. and of *Dendrolimus* sp. are the most suitable hosts for the propagation of *Trichogramma evanescens*. The adults of the parasites emerging from such eggs are generally large in size, very active and possess high reproductive potentiality; besides, the female sex ratio remains unchanged in the successive generations. Evidently, the quality and the quantity of the egg contents of these two species of insects fulfil the nutritional requirements for the development of the *Trichogramma* larvae and they are recommended as hosts for *Trichogramma* propagation.

The average number of adult *Trichogramma* emerging from a single egg of *Dendrolimus* sp. and that of *Attacus cynthia ricini* is 27.3 and 28 respectively with the respective maximum reaching 52 and 59 in the present record. If too many adults emerge from a single egg, both their size and reproductive potentiality would decrease and, moreover, the number of the male individuals would increase and the adult life would shorten. Undoubtedly, all these features are unfavourable for the utilization of the parasites for control of the insect pest as far as the effectiveness of the parasites is concerned. From the standpoint of increasing viability of the parasite, regulation of the number of parasites in the egg during the procedure of propagation

of *Trichogramma* is necessary. Regulation of the number of parasites in the egg means regulation of the quantity of the nutrient for the parasites. The method of checking the occurrence of superparasitism is to regulate the ratio of the number of female *Trichogramma* and host eggs to 1:1 through the procedure of propagation; the period of oviposition should not exceed one day.

The quality of nutrient for adult *Trichogramma* greatly affects its longevity and reproductive potentiality. The result of a nutritional experiment shows that honey is the most suitable nutrient for it. The adults fed with honey have the longevity increased 8.6 times and the number of the offspring 14.7 times as compared with those fed with distilled water.

Cold storage effectively reduces the speed of development of the immature stage of *Trichogramma*. The mature larvae about to pupate within the host eggs maintain their life for 57 days under 4–7°C and all of them will come out as adults at room temperature. The fresh eggs of *Dendrolimus* sp. and of *Attacus cynthia ricini* kept in cold storage of 0–4°C for 97 days and 61 days respectively are still usable for rearing *Trichogramma*.

In order to increase the adaptability of *Trichogramma* to the environment of the sugar-cane field, the rearing procedure is suggested to proceed in the field or in an indoor environment with fluctuating temperature and humidity. The continuous artificial rearing should not exceed five generations before the liberation of the parasites.

The distance of dispersion of *Trichogramma evanescens* in the sugar-cane field is 17 m at a wind velocity of 1.1–2.2 m per second.

The results of a preliminary field test showed that the percentage of parasitization of the eggs of *Eucosma schistaceana* and of *Diatraea venosata* increased from 55.2% and 60% respectively to 91.3% and 98.3% five days after the liberation of *Trichogramma* at 10,800 individuals per 666.2 square meters.

In 1953 and 1954, a high population level of sugar-cane borers in the field of South-China Agricultural Research Institute appeared in May with fluctuating levels through the year. The population of the borers declined after December and the larvae entered the hibernating period. The percentage of parasitization of the eggs of the sugar-cane borers was low in spring but gradually increased as the time proceeded. It is suggested that the liberation of *Trichogramma* as a control of sugar-cane borers be carried out from spring of each year.

the first of these is the fact that the
the second is the fact that the
the third is the fact that the
the fourth is the fact that the
the fifth is the fact that the
the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the
the eleventh is the fact that the
the twelfth is the fact that the
the thirteenth is the fact that the
the fourteenth is the fact that the
the fifteenth is the fact that the
the sixteenth is the fact that the
the seventeenth is the fact that the
the eighteenth is the fact that the
the nineteenth is the fact that the
the twentieth is the fact that the
the twenty-first is the fact that the
the twenty-second is the fact that the
the twenty-third is the fact that the
the twenty-fourth is the fact that the
the twenty-fifth is the fact that the
the twenty-sixth is the fact that the
the twenty-seventh is the fact that the
the twenty-eighth is the fact that the
the twenty-ninth is the fact that the
the thirtieth is the fact that the
the thirty-first is the fact that the
the thirty-second is the fact that the
the thirty-third is the fact that the
the thirty-fourth is the fact that the
the thirty-fifth is the fact that the
the thirty-sixth is the fact that the
the thirty-seventh is the fact that the
the thirty-eighth is the fact that the
the thirty-ninth is the fact that the
the fortieth is the fact that the
the forty-first is the fact that the
the forty-second is the fact that the
the forty-third is the fact that the
the forty-fourth is the fact that the
the forty-fifth is the fact that the
the forty-sixth is the fact that the
the forty-seventh is the fact that the
the forty-eighth is the fact that the
the forty-ninth is the fact that the
the fiftieth is the fact that the
the fifty-first is the fact that the
the fifty-second is the fact that the
the fifty-third is the fact that the
the fifty-fourth is the fact that the
the fifty-fifth is the fact that the
the fifty-sixth is the fact that the
the fifty-seventh is the fact that the
the fifty-eighth is the fact that the
the fifty-ninth is the fact that the
the sixtieth is the fact that the
the sixty-first is the fact that the
the sixty-second is the fact that the
the sixty-third is the fact that the
the sixty-fourth is the fact that the
the sixty-fifth is the fact that the
the sixty-sixth is the fact that the
the sixty-seventh is the fact that the
the sixty-eighth is the fact that the
the sixty-ninth is the fact that the
the seventieth is the fact that the
the seventy-first is the fact that the
the seventy-second is the fact that the
the seventy-third is the fact that the
the seventy-fourth is the fact that the
the seventy-fifth is the fact that the
the seventy-sixth is the fact that the
the seventy-seventh is the fact that the
the seventy-eighth is the fact that the
the seventy-ninth is the fact that the
the eightieth is the fact that the
the eighty-first is the fact that the
the eighty-second is the fact that the
the eighty-third is the fact that the
the eighty-fourth is the fact that the
the eighty-fifth is the fact that the
the eighty-sixth is the fact that the
the eighty-seventh is the fact that the
the eighty-eighth is the fact that the
the eighty-ninth is the fact that the
the ninetieth is the fact that the
the ninety-first is the fact that the
the ninety-second is the fact that the
the ninety-third is the fact that the
the ninety-fourth is the fact that the
the ninety-fifth is the fact that the
the ninety-sixth is the fact that the
the ninety-seventh is the fact that the
the ninety-eighth is the fact that the
the ninety-ninth is the fact that the
the hundredth is the fact that the